

## **Eficiência Energética e Sistemas de Gestão de Consumos em Edifícios de Serviços**

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Eletrotécnica na Área de Especialização em  
Automação e Comunicações em Sistemas Industriais

**Autor**

**Edmundo Rodrigues Soares**

**Orientador**

**Doutor Nuno Miguel Fonseca Ferreira**

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Supervisor na Empresa**

**Engenheiro Vasco Cardoso**

Green World

**Coimbra, Junho, 2016**



## AGRADECIMENTOS

Desde já quero deixar um agradecimento a todos aqueles que fizeram parte do meu percurso académico, assim como aqueles que o cruzaram, tendo servido como apoio e motivação no meu crescimento a nível académico, interpessoal e de carácter pessoal.

Agradeço ao meu orientador de Estágio, Professor Doutor Nuno Ferreira, por servir de mentor na escrita desta Dissertação nesta fase tão importante da minha vida académica e pela sua disponibilização para esclarecimentos de dúvidas.

Deixo aqui também o meu agradecimento ao supervisor, por parte da empresa GreenWorld, Engenheiro Vasco Cardoso, pela disponibilidade imediata e apoio constante no planeamento e desenvolvimento deste projeto. Bem como à empresa pela oportunidade que me foi dada e experiência partilhada, permitindo assim um crescimento pessoal e profissional.

Expresso a minha palavra de agradecimento ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica pela disponibilização de material e de um posto de trabalho fixo, bem como ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra pela oportunidade deste Estágio e por me ter acolhido durante estes anos, contribuindo para a minha formação profissional.

Deixo aqui também a minha palavra de agradecimento aos meus colegas de curso, Micael Santos e ao Bruno Vieira, pela sua paciência, ajuda e companheirismo.

Aos meus pais e irmã, conviventes do dia-a-dia, pelo abrigo e pela oportunidade que me deram de estudar e obter o grau de Licenciado e Mestre em Engenharia Eletrotécnica pois deram um bocado de si para que tudo fosse possível.

A todos um Muito Obrigado.



## RESUMO

A necessidade de reduzir o consumo de energia torna-se fulcral efetuar a monitorização dos consumos de energia elétrica em edifícios bem como em grandes complexos com vista a otimização da energia, pretende-se projetar um sistema, designado por “Energy Analyser”, que permita monitorizar a energia de vários consumidores descentralizados e agregar todas as informações recolhidas num único local, evitando assim a necessidade de efetuar leituras locais. Desta forma, para além de não ser necessário destacar um funcionário para efetuar essas mesmas leituras, o “Energy Analyser” irá apresentar os parâmetros elétricos que estão a ser recolhidos por analisadores de energia elétrica instalados no sistema, efetuar diagramas de carga para posterior análise, registar os parâmetros elétricos de um intervalo de tempo e disponibilizar também a funcionalidade de impressão de todas as informações inerentes a cada leitura efetuada.

O “Energy Analyser” suporta um número ilimitado de analisadores de energia e é completamente personalizável.

**Palavras-Chave:** Monitorização; Consumos; Energia; Diagramas de carga; Analisadores de energia.



## ABSTRACT

The necessity to reduce the energy make the monitoring of electricity consumption in buildings and in large complexes with the aim of energy optimization, it is intended to design a system designated "Energy Analyser", which allows monitoring the energy of various decentralized consumers and aggregate all the information gathered in one place thus avoiding the need to make local readings. Thus, in addition to not have to second an official to perform those same readings, the "Energy Analyser" will present the electrical parameters that are to be collected by power analyzers installed on the system, perform load curves for further analysis, recording the electrical parameters of a time interval and also provide printing functionality to all the information inherent to each performed reading.

The "Energy Analyser" supports an unlimited number of power analyzers and is completely customizable.

**Keywords:** Monitoring; Consumption; Energy; Load Diagrams; Energy Analyzers.





# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABELAS .....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Enquadramento .....	15
1.2. Motivação e Contexto .....	15
1.3. A Empresa.....	16
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivos Gerais .....	16
1.4.2. Objetivos Específicos .....	16
1.5. Estrutura do Relatório .....	17
2. MONITORIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉCTRICA .....	19
2.1. Eficiência Energética .....	19
2.2. Monitorização da Energia Elétrica.....	20
2.2.1. Vantagens .....	20
2.3. Estado da Arte.....	21
2.3.1. Sistemas de monitorização de energia existentes .....	21
2.3.2. Tabela comparativa - sistemas de monitorização .....	23
2.3.3. Discussão .....	23
3. METODOLOGIA DE TRABALHO.....	25
3.1. Análise Inicial .....	25
3.1.1. Diagrama de blocos do sistema a desenvolver .....	25
3.1.2. Conceção Geral do Sistema a Desenvolver .....	26
3.2. Conceito de Página Web.....	26
3.3. Análise de Ferramentas CSS.....	27
3.3.1. Tabela comparativa - Ferramentas CSS .....	27
3.3.2. Discussão .....	28
3.4. Análise de Ferramentas para construção de Gráficos .....	28
3.4.1. Tabela Comparativa – Ferramentas para gráficos .....	28
3.4.2. Discussão .....	28
3.5. Programas de Desenvolvimento Utilizados.....	29
3.5.1. Xampp .....	29
3.5.2. Sublime Text .....	29
3.5.3. Eclipse .....	29
4. ANALISADORES DE ENERGIA.....	31
4.1. A Carlo Gavazzi.....	31
4.2. Gama de Produtos .....	31
4.3. Concentrador de Energia VMU-C .....	32
4.3.1. Especificações Técnicas .....	32
4.4. Analisadores de Energia EM21 .....	33
4.4.1. Especificações Técnicas EM21 .....	34
4.5. Visão Conceptual da Instalação do Sistema .....	35

4.6.	Configuração VMU-C.....	35
4.6.1.	Acesso ao sistema .....	36
4.6.2.	Mapeamento de analisadores na rede.....	36
4.7.	Envio Ficheiros CSV via FTP .....	39
4.7.1.	Estrutura do ficheiro CSV.....	40
4.8.	Definições de Rede.....	41
5.	BASES DE DADOS RELACIONAIS .....	43
5.1.	Sistemas de Gestão de Base de Dados .....	43
5.2.	Sistema de SGBD utilizado .....	44
5.3.	Modelo Relacional .....	44
5.4.	Elaboração da Base de Dados .....	46
5.4.1.	Arquitectura da Base de Dados .....	47
6.	APLICAÇÃO JAVA.....	49
6.1.	Software de Desenvolvimento.....	49
6.2.	Raspberry Pi .....	49
6.3.	Fluxograma da aplicação .....	51
6.4.	Ficheiros que compõem a Aplicação.....	51
6.5.	Funções Principais da Aplicação.....	53
6.5.1.	Contagem de Ficheiros.....	53
6.5.2.	Leitura ficheiros “.csv” .....	54
6.5.3.	Envio de parâmetros através do protocolo HTTP .....	55
6.6.	Ficheiro ftp2db.php .....	56
6.7.	Aspeto visual da aplicação .....	57
7.	APLICAÇÃO WEB DE MONITORIZAÇÃO.....	61
7.1.	Características e Funcionalidades Principais .....	61
7.2.	Ficheiros que compõem aplicação .....	62
7.3.	Variáveis de sessão utilizadas .....	62
7.4.	Página Inicial – Autenticação de Utilizadores .....	63
7.5.	Página Principal da Aplicação.....	63
7.5.1.	Secção “Energy Data”.....	68
7.5.2.	Secção “Main Meters Data Analysis”.....	70
7.5.3.	Secção “Economic Analysis”.....	70
7.5.4.	Calendário .....	71
7.5.5.	Desenvolvimento e processamento de gráficos .....	73
7.6.	Menu “Users” .....	74
7.7.	Página “User Profile” .....	77
7.8.	Menu “Companies” .....	77
7.9.	Página “VMU-C && Analysers” .....	79
7.10.	Página “Mail” .....	81
7.11.	Página “About” .....	82
8.	CONCLUSÕES .....	83
8.1.	Síntese do trabalho desenvolvido .....	83
8.2.	Perspetivas de trabalhos futuros .....	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
	ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de blocos do sistema a ser desenvolvido. ....	25
Figura 2. Conceção geral do sistema a desenvolver. ....	26
Figura 3. Concentrador de energia VMU-C. ....	32
Figura 4. Analisadores de energia EM21. ....	33
Figura 5. Sensores de corrente de núcleo aberto. ....	33
Figura 6. Possível configuração de implementação de uma instalação. ....	35
Figura 7. Página inicial do <i>web server</i> para configuração de analisadores. ....	36
Figura 8. Passo seguinte para a configuração de analisadores. ....	37
Figura 9. Adição de novo analisador na rede. ....	37
Figura 10. Configuração de novo analisador de energia instalado na rede. ....	38
Figura 11. Finalização da configuração de analisadores instalados na rede. ....	39
Figura 12. Configuração de serviço FTP. ....	40
Figura 13. Configuração de rede. ....	41
Figura 14. Diagrama SGBD. ....	43
Figura 15. Arquitetura da base de dados. ....	47
Figura 16. Componentes do Raspberry Pi. ....	50
Figura 17. Fluxograma da aplicação para a leitura de ficheiros “.csv”. ....	51
Figura 18. Ficheiros que constituem a aplicação desenvolvida. ....	51
Figura 19. Função para a contagem de ficheiros não lidos. ....	53
Figura 20. Função para fazer a leitura de ficheiros “.csv”. ....	54
Figura 21. Função para o envio dos parâmetros através do protocolo HTTP. ....	56
Figura 22. Ficheiro “ftp2db.php”. ....	56
Figura 23. Menu principal da aplicação. ....	57
Figura 24. Submenu para a visualização e alteração dos parâmetros de ligação. ....	57
Figura 25. Submenu da opção um para o teste de ligações. ....	58
Figura 26. Submenu - processamento de ficheiros. ....	59
Figura 27. Ficheiros que compõem a aplicação de monitorização. ....	62
Figura 28. Autenticação de utilizadores. ....	63
Figura 29. Página Principal da Aplicação. ....	64
Figura 30. Seleção da rede a visualizar. ....	65
Figura 31. Excerto de código da página “logged.php” para seleção do campo VMU-C. ....	66
Figura 32. Função para o envio do VMU-C selecionado pelo utilizador. ....	66
Figura 33. Visualização de parâmetros principais. ....	67
Figura 34. Função para o envio do analisador de energia selecionado. ....	67
Figura 35. Separadores que separam os três tipos de informação nos gráficos. ....	68
Figura 36. Diagrama de carga da energia ativa no dia 10 de Dezembro. ....	69
Figura 37. Diagrama de carga da energia ativa para o período 10/9 a 10/12. ....	69
Figura 38. Leitura do parâmetro da corrente (A) no dia 10 de Dezembro. ....	70
Figura 39. Análise Económica da energia ativa (KWh) no dia 10 de Dezembro. ....	71
Figura 40. Referências “jQuery” para o calendário. ....	71
Figura 41. Aspeto gráfico do calendário. ....	72
Figura 42. Função “datepicker_energy_1” para inserção de datas. ....	72
Figura 43. Função “graph_energy”. ....	73
Figura 44. Visualização do painel da lista de utilizadores. ....	74
Figura 45. Visualização do painel de gestão de utilizadores. ....	75

---

Figura 46. Criação de novo utilizador.....	75
Figura 47. Visualização de redes instaladas atribuídas aos utilizadores.....	76
Figura 48. Atribuição de nova rede ao utilizador.....	76
Figura 49. Aspeto geral da página perfil de utilizador.....	77
Figura 50. Visualização do painel da lista de empresas.....	78
Figura 51. Visualização do painel de gestão de empresas. ....	78
Figura 52. Formulário para a criação de nova empresa. ....	79
Figura 53. Visão geral das redes instaladas. ....	80
Figura 54. Atribuição de nova rede a uma empresa.....	80
Figura 55. Visão geral de redes e analisadores de energia.....	81
Figura 56. Página para o envio de correio eletrónico. ....	81
Figura 57. Visualização da página "about". ....	82

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Comparação de alguns sistemas de monitorização de energia. ....	23
Tabela 2. Comparação dos vários tipos de ferramentas CSS .....	27
Tabela 3. Comparação das várias ferramentas para gráficos.....	28
Tabela 4. Especificações Técnicas do Analisador de Energia EM21.....	34



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Enquadramento

Este trabalho contempla o desenvolvimento de um sistema de monitorização de energia elétrica designado por “Energy Analyser”.

Os combustíveis fósseis, nomeadamente o petróleo, são um recurso natural finito, a sua disponibilidade na natureza está comprometida devido à exploração que tem sido feita de forma inconsciente, tornando-o cada vez mais escasso. Esta escassez provoca inflação do preço deste recurso. Grandes complexos apresentam normalmente consumos de energia extremamente elevados, sendo necessário controlar os consumos de energia. É quase impossível controlar o consumo energético de centenas de pessoas que por dia frequentam um complexo desta natureza, tornando-se fundamental a monitorização por forma a reduzir os consumos de energia.

Através de dados recolhidos é possível criar ações de consciencialização e ajustar o contrato de energia/potência contratada da melhor forma possível.

### 1.2. Motivação e Contexto

É necessário adaptar o atual paradigma anteriormente retratado a uma nova realidade, sendo necessárias soluções para resolver o problema de consumo energético excessivo.

O processo de gestão de energia deve ser encarado como um processo de várias etapas. É necessário localizar os consumos anormais ou mesmo evitáveis, de forma a proceder à minimização dos encargos associados a situações anormais que derivam de avaria, desconhecimento ou uma má utilização dos recursos, sendo isso possível através da aquisição, análise e comparação de dados energéticos que permitam a verificação da eficiência de um edifício ou de um equipamento por comparação com outros de funcionamento semelhante. É importante efetuar o registo histórico dos vários consumos e fazer o planeamento de intervenções necessárias de forma a otimizar esses mesmos consumos. Estas ações são imprescindíveis para uma consequente redução do custo da fatura energética a curto, médio e longo prazo.

Todo este processo não pode ser efetuado de forma direta, é necessário haver uma comparação dos consumos, custos e resultados com outros pontos de consumo análogos, permitindo uma rápida identificação, divulgação e adoção das melhores medidas e práticas a adotar.

O desenvolvimento de um sistema que permita aos responsáveis perceber e localizar os consumos anormais anuais, mensais, semanais ou até mesmo diários torna-se uma ferramenta útil para permitir uma redução dos consumos existentes e induzir alterações comportamentais nos utilizadores. Um sistema com estas características apresenta ainda vantagens ambientais uma vez que a redução dos consumos de energia significa menos emissões de dióxido de

carbono para a atmosfera e vantagens financeiras para a gestão do edifício, associadas à redução dos custos de energia.

### **1.3. A Empresa**

A GreenWorld é uma empresa que direciona toda a sua atividade profissional para os segmentos tecnológicos de Energia e Telecomunicações, tem como objetivo principal, a criação de uma forte relação de parceria com os seus clientes.

Os elevados padrões de qualidade prosseguidos, a par de uma estrutura de gestão flexível, e cobertura nacional, têm permitido à GreenWorld alcançar o reconhecimento do mercado. Entre os seus principais clientes contam-se empresas nacionais e multinacionais de referência em Portugal.

A GreenWorld aposta em ser líder de mercado no segmento da Eficiência Energética e Gestão de Energia com o objetivo de ser reconhecido como empresa de referência em vários mercados, desenvolvendo soluções à medida das necessidades dos clientes.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivos Gerais**

O objetivo principal deste trabalho é elaborar um sistema computacional a ser utilizado em grandes complexos ou em edifícios de serviços, que permita não só o registo dos valores da energia ativa/reactiva medidos em cada um dos analisadores de energia elétrica instalados, mas também a de analisar as grandezas elétricas características de um sistema de energia.

Com o desenvolvimento deste sistema pretende-se ultrapassar as dificuldades que surgem quando se pretende monitorizar a energia em grandes complexos, onde é complicado ter a perceção exata da distribuição dos consumos energéticos. A utilização de um sistema deste tipo possibilita uma análise da distribuição do consumo de energia a fim de avaliar possíveis intervenções.

Através do conhecimento desta distribuição de consumos pode-se tentar reduzir os consumos, e os desperdícios afetando os custos envolvidos na instalação, fornecendo indicações precisas e possibilitando a verificação da exatidão dos valores debitados pela empresa de distribuição de energia elétrica.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

O sistema a desenvolver deverá dar resposta aos seguintes objetivos específicos:

- Utilização de analisadores de energia da Carlo Gavazzi;
- Análise em tempo real dos parâmetros elétricos nos vários pontos de consumo;
- Registo da energia ativa e reativa nos vários pontos de consumo;



- Sistema versátil e autónomo adaptando-se a novas instalações bem como na expansão das mesmas;
- Sistema de utilizadores para definição de permissões;
- Sistema de permissões no que toca à visualização dos diferentes pontos de consumo;
- Registo histórico dos vários pontos de consumos nas instalações;
- Exportação de dados;
- Exportação de gráficos;

### **1.5. Estrutura do Relatório**

O presente relatório de estágio encontra-se repartido em nove capítulos organizados pela seguinte ordem e abordando os seguintes temas:

No capítulo 1, faz-se uma introdução à importância da energia elétrica na sociedade atual evidenciando-se as suas tendências de consumo no decorrer dos últimos anos. São de igual modo, apresentados os objetivos do estágio assim como a estrutura do presente relatório.

No capítulo 2, aborda-se a eficiência energética face à procura crescente por energia, assim como as vantagens ambientais, económicas e políticas que se podem obter através de uma eficiente monitorização de energia. É abordado o estado da arte dos consumos de energia em grandes complexos assim como alguns dos sistemas de monitorização de energia existentes no mercado.

No capítulo 3, apresentam-se as metodologias de trabalho necessárias para dar resposta aos objetivos especificados, desde à análise inicial onde são retratados todos os requisitos de ferramentas a utilizar, etapas realizadas ao longo do desenvolvimento bem como a conceção geral do sistema a desenvolver.

O capítulo 4 é destinado aos analisadores/dispositivos da marca Carlo Gavazzi, nomeadamente o concentrador de energia VMU-C e o analisador de energia EM21, ambos utilizados no presente projeto e cedidos pela empresa GreenWorld. Neste capítulo também é demonstrada uma possível conceção do sistema a instalar, bem como todos os processos de configurações necessários para a implementação do sistema.

No capítulo 5, é apresentada a base de dados e a análise da importância e do papel essencial que terá para o sistema. São identificadas as funcionalidades e capacidades da base de dados bem como a tecnologia utilizada, desenvolvendo-se de seguida a sua arquitetura.

No Capítulo 6, mostra-se o desenvolvimento de uma aplicação em Java, sendo a sua principal finalidade, a leitura de ficheiros que são armazenados num servidor FTP bem como a sua posterior inserção na base de dados.

Para uma melhor perceção do funcionamento da aplicação, está representado um fluxograma do funcionamento tendo sido de seguida abordadas as funções principais que compõem a aplicação desenvolvida bem como todo o aspeto visual.

No capítulo 7, surge a aplicação principal denominada de “Energy Analyser”, e que vai de encontro com todos os objetivos propostos, no que toca a realizar uma plataforma de

monitorização de energia. Ao longo do capítulo, é feita uma abordagem ao interface gráfico que permite monitorizar os dados provenientes dos analisadores de energia, instalados em diversos edifícios independentemente da sua dimensão, permitindo posteriormente otimizar a exploração dos diversos consumos registados nas instalações.

No capítulo 8, são apresentadas as conclusões do relatório de estágio ressaltando-se a importância e o contributo do estágio na minha formação académica assim como as possíveis perspetivas de trabalhos futuros a implementar no trabalho desenvolvido.

## 2. MONITORIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉCTRICA

### 2.1. Eficiência Energética

Nas últimas décadas, a procura crescente por energia, os preços flutuantes do petróleo, fontes de energia incertas e os receios do aquecimento global alertaram para o facto de que os fornecimentos fiáveis e seguros de energia não podem ser tidos como certos (European Union, 2008).

Atualmente, os líderes da União Europeia (UE), comprometeram-se a promover a eficiência energética, pois esta é altamente relevante para os cidadãos da UE. As variações de preço e disponibilidade energética causam uma grande pressão tanto nos consumidores particulares como na indústria onde pequenas alterações nos custos de produção podem trazer grandes implicações. Deste modo, reduzir o consumo de energia é a melhor resposta sustentável a longo prazo.

Reduzir o consumo de energia é uma forma simples de diminuir também os impactes ambientais resultantes da produção de eletricidade. Em Janeiro de 2007, a Comissão Europeia apresentou uma proposta integrada de energia/clima (Conselho da União Europeia, 2008), que abordou as questões do aprovisionamento energético, alterações climáticas e desenvolvimento industrial que foi aprovada a Março de 2007.

Esta proposta prevê que até ao ano de 2020 ocorra uma poupança de energia de 20%, uma redução de 20% em gás de efeito de estufa (GEE), que 20 % do consumo energético global da UE tenha origem em energias renováveis e 10 % dos combustíveis para transportes tenha origem em energias renováveis (European Union, 2008).

Existe na Europa, desde 2006, um plano de ação com o nome “Plano de Ação sobre eficiência energética: Concretizar o Potencial” (Conselho da União Europeia, 2006). Este plano aborda 6 áreas-chave com o maior potencial de poupança de energia, sendo elas, produtos, edifícios e serviços, transporte, transformação de energia, financiamento e parcerias internacionais.

O uso de energia nos edifícios comerciais e residências é responsável por 40 % dos consumos totais de energia, sendo que uma grande parte dessa percentagem se destina a climatização ambiente (IEA, 2008). Atualmente encontram-se a ser implementadas medidas importantes nas fases de projeto e construção dos edifícios com o objetivo de poupar energia, e aumentar a eficiência energética, nomeadamente através da utilização de vidros duplos com caixilharias de baixa transmissão térmica, utilização de bons isolamentos térmicos nas paredes e nas tubagens de água quente, entre outros (IEA, 2008).

É igualmente possível alcançar uma elevada eficiência energética baseada em alterações comportamentais e tecnológicas, sendo estas alterações frequentemente associadas ao termo “Utilização Racional de Energia” (URE), que pressupõe a adoção de medidas que permitem uma melhor utilização da energia, tanto no sector doméstico, como nos sectores de serviços

e indústria. A URE visa proporcionar o mesmo nível de produção de bens, serviços e de conforto através de tecnologias que reduzem os consumos face a soluções convencionais. A URE pode conduzir a reduções substanciais do consumo de energia e das emissões de poluentes associadas à sua conversão (EDP,2005). A URE trata-se sobretudo de uma questão de comportamento individual e reflete a consciência e racionalidade dos consumidores.

## **2.2. Monitorização da Energia Elétrica**

A monitorização da energia elétrica fornece informação detalhada que pode auxiliar o consumidor a realizar decisões que o levem a obter uma melhor utilização racional da energia, reduzindo deste modo os seus consumos.

A monitorização dos consumos permite ao utilizador consciencializar-se como certos comportamentos influenciam significativamente seu consumo energético. A criação de um registo histórico de consumos vai permitir ao consumidor conhecer os padrões dos consumos de energia na sua habitação, levando-o a adotar medidas e ações que alterem os mesmos. Os aparelhos de monitorização são aparelhos passivos, pelo que estes limitam-se a monitorizar os consumos e não a alterar os mesmos, a alteração dos mesmos cabe unicamente ao consumidor.

### **2.2.1. Vantagens**

O conhecimento dos hábitos de consumo podem auxiliar o consumidor a alterar os mesmos, conduzindo a importantes vantagens tais como:

- Ambientais: Um bom conhecimento de como a energia elétrica é utilizada, permite a implementação de medidas tendo em vista melhorar a eficiência energética. A redução dos consumos leva a uma redução da utilização de recursos naturais, renováveis e não renováveis, utilizados na produção de eletricidade e consequentemente uma redução dos gases de efeito de estufa.
- Económicas: Um bom conhecimento dos consumos de energia permitem uma redução dos mesmos, uma melhoria da eficiência energética e uma redução dos gastos na fatura da eletricidade.
- Políticas: A redução dos consumos e do aumento da eficiência energética, resultantes da monitorização vai de encontro com as políticas e o plano acordado pelos países membros da União Europeia.

## **2.3. Estado da Arte**

Os consumos de energia num complexo de grandes dimensões são por norma muito elevados, tornando-se perceptível que consumos de tal ordem devem ser controlados de forma a se proceder a um possível ajuste ou diminuição dos mesmos.

Através do seguimento comportamental dos consumos é possível, depois de uma análise detalhada, ajustar tarifas de faturação e até detetar consumos extraordinários.

Sem este tipo de sistemas de monitorização torna-se uma tarefa praticamente impossível, dado que as leituras são efetuadas em largos períodos de tempo, tornando assim tardia a intervenção quando esta for necessária.

### **2.3.1. Sistemas de monitorização de energia existentes**

Existem sistemas de monitorização capazes de medir os consumos de apenas um equipamento elétrico e outros capazes de medir os consumos totais de eletricidade realizados numa habitação, num edifício de serviços ou numa indústria.

Existem no mercado diversos sistemas de monitorização de consumos de energia, cada um com as suas características, mas nem todos dão resposta ao mesmo tipo de necessidades, sendo alguns mais dedicados à análise dos parâmetros elétricos, enquanto outros se limitam a efetuar apenas leituras à distância.

Uma das formas de medir os consumos totais de eletricidade é utilizar um sistema de monitorização energética constituído por sensores de corrente, normalmente transformadores de corrente de núcleo aberto (split-core), que podem ser ligados a um dos circuitos do quadro elétrico.

Este tipo de sensores é geralmente utilizado neste tipo de medições pois não é necessário interromper o circuito para proceder à sua instalação e permitem a medição de correntes na ordem das centenas de amperes, dependendo do sensor utilizado. A complexidade deste tipo de sistemas é variável, pois alguns são constituídos por um único dispositivo responsável por medir e disponibilizar num pequeno visor as leituras realizadas, enquanto outros mais complexos, mas no entanto mais potentes, são constituídos por dois dispositivos. No caso dos sistemas mais complexos, os dois dispositivos comunicam entre si, geralmente recorrendo à comunicação sem fios. Um dos dispositivos efetua a leitura e transmissão dos dados a um outro dispositivo, normalmente portátil, que disponibiliza os dados recebidos num visor, podendo posteriormente enviar os mesmos para um computador.

Dos vários sistemas de monitorização de energia existentes, destacam-se:



ViGIE 2.0 é um sistema de monitorização com uma solução sem fios, é formada por várias unidades de sensores, que transmitem toda a informação para uma *Gateway*.

Pode ser utilizada em várias áreas (saúde, alimentar, hoteleira), para a monitorização de diversos parâmetros em simultâneo, não havendo um limite no número de utilizadores.

Os sensores sem fios transmitem os dados em tempo real para o servidor, que guarda a informação automaticamente.



O Sistema Wi-LEM é uma solução de monitorização sem fios, de fácil instalação. Com o sistema Wi-LEM é possível monitorizar rapidamente todos os consumos de energia elétrica sem ser necessário a criação de infraestruturas.

Os dados de consumo de energia elétrica são automaticamente registados num servidor, existindo uma aplicação web capaz de originar gráficos interativos. Os dados registados podem ser automaticamente enviados por correio eletrónico ou exportados para um ficheiro Excel para uma posterior análise.



O eMonitor é um sistema de monitorização flexível que permite manter um histórico dos consumos do edifício (eletricidade, gás e água), dos respetivos custos associados e das variáveis ambientais (por exemplo a temperatura). Caracteriza-se essencialmente pela sua flexibilidade de instalação, adaptando-se facilmente ao edifício e aos requisitos pretendidos pelo cliente e pelos custos moderados de instalação, possibilitando a interligação a diversos equipamentos já instalados no edifício bem como a outros existentes no mercado.

O eMonitor permite definir alertas automáticos através de envio de mensagens de correio eletrónico ou de SMS, informando sobre a deteção de consumos anómalos ou apenas sensibilizando os utentes do edifício. Com este sistema é ainda possível o armazenamento contínuo de dados relativos aos consumos totais do edifício, desagregados por secções ou até por equipamentos, criando-se um histórico de consumos que poderá ser utilizado nas auditorias e inspeções periódicas.



O Optimal Monitoring System é um sistema que possibilita aos utilizadores a construção de relatórios de acordo com as suas necessidades, permitindo assim utilizações que abordam diretamente as necessidades desejadas.

O sistema possibilita o envio de relatórios por correio eletrónico, painéis de visualização de dados, envio de alertas por mensagem, por correio eletrónico, bem como uma aplicação para dispositivos móveis onde possibilita a visualização dos dados.

### 2.3.2. Tabela comparativa - sistemas de monitorização

Tabela 1. Comparação de alguns sistemas de monitorização de energia.

Parâmetros / Produtos	Vigie 2.0	Wi-Lem	eMonitor	Optimal Monitoring System
Funcionalidades de Automação	X		X	
Integração apenas com equipamento próprio	X	X	X	X
Gestão centralizada de edifícios		X		X
Monitorização de múltiplos pontos de leitura	X	X	X	X
Elaboração de relatórios	X			X
Análise detalhada de consumos e custos	X		X	X
Notificação de alarmes personalizados	X		X	X

Para uma melhor análise dos vários sistemas de monitorização de energia existentes, procedeu-se á criação de uma tabela comparativa como pode ser visualizado através da tabela 1.

### 2.3.3. Discussão

Estes sistemas poderiam, à partida, conseguir dar resposta aos problemas de monitorização de energia em grandes complexos. Cada um dos sistemas apresenta vantagens e desvantagens. A título conclusivo, os produtos apresentados possuem um leque de características em comum. No entanto, alguns são focados na análise de consumos energéticos e respetivos custos, enquanto outros apenas se limitam a uma recolha de dados de contadores para uma posterior análise energética rudimentar.





### 3. METODOLOGIA DE TRABALHO

#### 3.1. Análise Inicial

A fase inicial do trabalho foi dedicada à pesquisa de informação para dar resposta aos objetivos especificados.

Tendo em conta a necessidade de criar uma plataforma *online* com elevadas funcionalidades e requisitos, começou-se por fazer o levantamento de *Frameworks* tendo em vista facilitar o desenvolvimento da aplicação, uma vez que a criação de uma plataforma WEB de raiz levaria imenso tempo a desenvolver. Ao utilizarmos este tipo de ferramentas de trabalho, consegue-se uma arquitetura e uma concepção necessária para fazer uma aplicação robusta e altamente fiável.

O desenvolvimento da aplicação Web encontra-se no capítulo 7.

O passo seguinte passou por perceber o funcionamento dos equipamentos de monitorização de energia da Carlo Gavazzi, equipamentos cedidos pela GreenWorld uma vez que são representantes da marca.

Foi necessário adquirir um conhecimento profundo das grandezas que os equipamentos permitem analisar, pois só assim foi possível avançar para a fase de desenvolvimento das aplicações que vão dar suporte ao sistema desenvolvido.

Por último procedeu-se à criação de uma aplicação em Java, com o objetivo de proceder à leitura de ficheiros “.csv” armazenados no servidor FTP. Estes ficheiros possuem variáveis com os valores obtidos pelos analisadores de energia provenientes das instalações. Uma vez os valores lidos, estes serão armazenados numa base de dados.

Em suma foram desenvolvidas duas aplicações, uma tendo em vista a monitorização de energia denominada de “Energy Analyser” e outra denominada de “aplicação Java” para a leitura de ficheiros “.csv” armazenados no servidor e inserção dos valores das variáveis numa base de dados.

##### 3.1.1. Diagrama de blocos do sistema a desenvolver

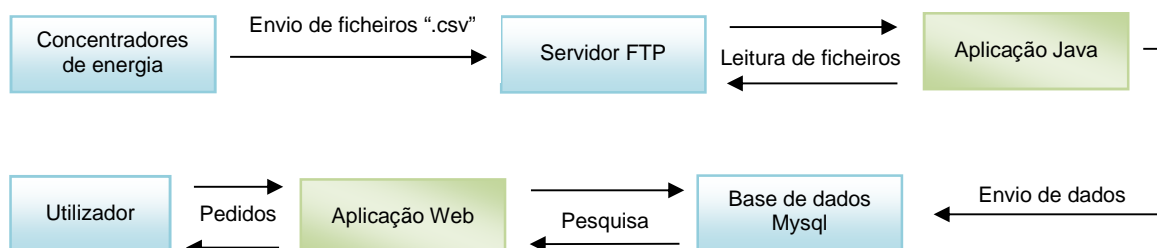


Figura 1. Diagrama de blocos do sistema a ser desenvolvido.

### 3.1.2. Conceção Geral do Sistema a Desenvolver

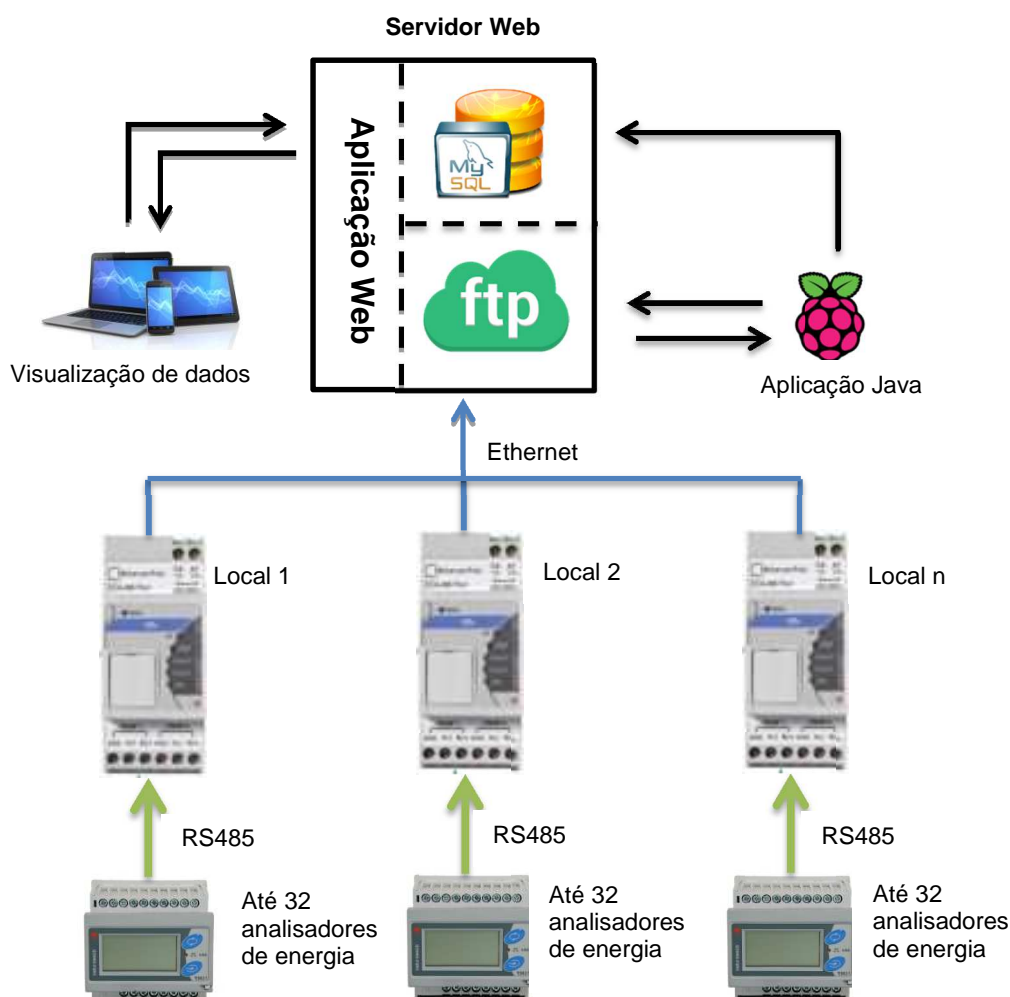


Figura 2. Conceção geral do sistema a desenvolver.

## 3.2. Conceito de Página Web

Entende-se como página web, um documento ou recurso de informação que é adequado para a *World Wide Web* (www) podendo ser acedida através de um *web browser* de um dispositivo móvel ou fixo que tenha acesso à internet. Esta informação é geralmente em formato HTML ou XHTML, pode fornecer navegação para outras páginas da *web* através de *links* de hipertexto, ou seja, documentos que podem conter todo o tipo de informação: textos, fotos, animações, partes de vídeo e sons, que permite conexões entre documentos. (Chisholm, Vanderhein, & Jacobs, 2000)

As páginas da web podem estar num computador local ou num servidor web remoto, e o servidor *web* pode restringir o acesso apenas a uma rede privada. As páginas web são solicitadas a servidores da *web* usando *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), ou em português Protocolo de Transferência de Hipertexto, um protocolo de comunicação utilizado para sistemas de informação de hipermédia distribuídos e colaborativos (Network Working

Group. 1999) A sua utilização para a obtenção de recursos interligados levou ao estabelecimento da *World Wide Web*.

*World Wide Web* é um sistema de documentos em hipermédia que são interligados e executados na internet.

Vantagens:

- Existem inúmeros equipamentos com acesso a internet, que permitem a consulta de páginas web, ou seja: um *PDA*, um *Tablet*, um *Smartphone* ou um computador.
- Não é necessário a pré-instalação de um *software*, a consulta é acedida através do *browser*.

### 3.3. Análise de Ferramentas CSS

As ferramentas CSS dispõem de um grande número de bibliotecas e módulos tais como:

- Grelha elaborada para Web Design responsivo
- Tipografia web
- Conjunto de icons
- Elementos de formulário e botões
- Ferramentas de interfaces gráficas

#### 3.3.1. Tabela comparativa - Ferramentas CSS

Tabela 2. Comparação dos vários tipos de ferramentas CSS

Ferramenta	Pré-processador	Qualidade de código	Dependências
Bootstrap	Less/Sass	Ótima	jQuery
Foundation	Sass	Excelente	jQuery
PureCSS	-	Excelente	-
Semantic	Less	Ótima	-
Skeleton	-	Ótima	-

Para uma melhor análise das várias ferramentas existentes, procedeu-se á criação de uma tabela comparativa como pode ser visualizado através da tabela 2.

### 3.3.2. Discussão

Dois exemplos notáveis e amplamente utilizados de ferramentas CSS são exatamente o *Bootstrap* e o *Foundation*, estes dois tipos de ferramentas são complexos e utilizam um pré-processador CSS do tipo *LESS* ou *SASS*.

Para o desenvolvimento da aplicação Web foi utilizado a ferramenta *Bootstrap* uma vez que já me encontrava familiarizado com a sua utilização.

### 3.4. Análise de Ferramentas para construção de Gráficos

Uma boa análise de dados é extremamente importante quando é necessário tomar decisões importantes.

É praticamente impossível imaginar qualquer sistema de monitorização sem gráficos ou tabelas, uma vez que apresentam estatísticas complexas de forma rápida, eficaz e de boa percepção.

As bibliotecas de gráficos de *JavaScript* surgiram como as ferramentas mais poderosas para a visualização de dados. De seguida são apresentadas algumas destas ferramentas para a construção de gráficos.

#### 3.4.1. Tabela Comparativa – Ferramentas para gráficos

Tabela 3. Comparação das várias ferramentas para gráficos

Ferramenta	Código Aberto	Funcionalidades	Dependências
Morris.js	Sim	Robusta, simples	jQuery + Raphael
Float	Sim	Robusta, simples	jQuery
Highcharts	Não	Robusta	-
JSCharts	Não	Robusta	-
KoolChart	Não	Robusta	-

Para uma melhor análise das várias ferramentas para gráficos existentes, procedeu-se à criação de uma tabela comparativa como pode ser visualizada através da tabela 3.

#### 3.4.2. Discussão

Das várias ferramentas presentes na anterior tabela comparativa, foi utilizada a ferramenta para a construção de gráficos Morris.js uma vez que já me encontrava familiarizado com a sua utilização sendo uma ferramenta bastante robusta.

### 3.5. Programas de Desenvolvimento Utilizados

#### 3.5.1. Xampp

Ao desenvolvermos conteúdos web e tendo em conta as diversas tecnologias utilizadas, estas exigem determinados programas para as correr.

Para construir os suportes temos de ter uma base de teste, base essa que terá todo o interesse em possuir o mesmo ambiente que o servidor onde o projeto web será alojado (mesmo que num sistema operativo diferente).

Assim, para recriarmos um espaço típico de um servidor web temos de instalar algumas ferramentas, este programa permite instalar de uma só vez o Apache, o MySQL bem como o FileZilla, que serão extremamente importantes para o decorrer de todos os trabalhos a serem desenvolvidos e implementados.

#### 3.5.2. Sublime Text

É um editor de texto e sem dúvida uma ferramenta essencial em qualquer sistema operativo. Além das funcionalidades básicas de edição de texto, este tipo de ferramentas integra muitas funções direcionadas para a programação.

Serviu essencialmente para o desenvolvimento de toda a aplicação web de monitorização de energia que irá ser abordada no capítulo 7 deste relatório.

#### 3.5.3. Eclipse

O programa *Eclipse* é uma IDE para desenvolvimento Java, porém suporta várias outras linguagens a partir de *plugins* como C/C++, PHP, ColdFusion, Python, e a plataforma Android.

Serviu essencialmente para o desenvolvimento da aplicação em Java que iremos ver no capítulo 6 deste relatório.



## 4. ANALISADORES DE ENERGIA

### 4.1. A Carlo Gavazzi

A utilização racional da energia leva não só à instalação de sistemas de gestão mas também à instalação de unidades de produção de energia denominada "verde".

No sector ambiental e nomeadamente em sistemas de distribuição e tratamento de águas os consumos de energia elétrica são importantes pelo que a sua gestão é fundamental.

A Carlo Gavazzi possui uma gama completa e produtos para gestão de energia elétrica:

- Indicadores Multifunção
- Contadores de Energia
- Analisadores de Energia
- Conversores de Potência

Estes equipamentos permitem a leitura e análise das diversas grandezas elétricas, e integrá-las em sistemas de supervisão e gestão através de portas de comunicação ModBus RS485.

Localmente além da medição das grandezas elétricas é também possível monitorizá-las o que permite proteger os equipamentos de situações anómalas.

### 4.2. Gama de Produtos

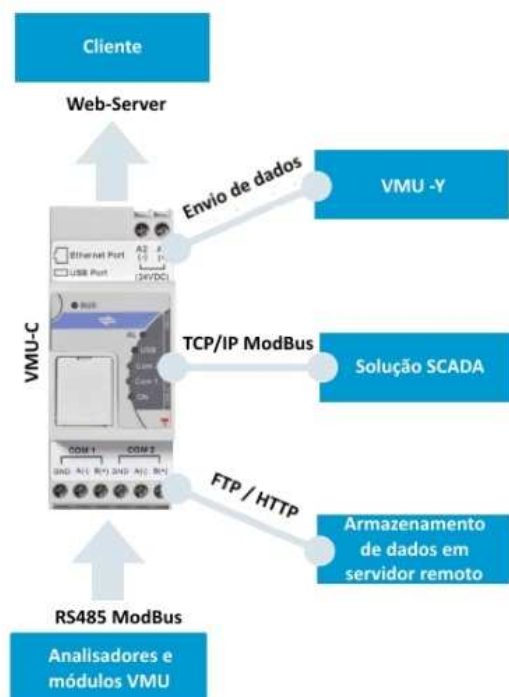
Desde o simples Indicador Multifunção, passando pelo analisador de rede até ao equipamento para análise de qualidade da rede a Carlo Gavazzi põe a seu dispor a solução que melhor se adapta às suas necessidades.

No que respeita às comunicações além de ModBus possuímos soluções para ligação em Ethernet (protocolo P/TCP/HTTP/FTP) com capacidade *Web Server* assim como possibilidade de envio de alarmes via modem GSM.

A possibilidade de interligação com o Sistema Dupline permite reunir todas as informações de nível, caudal, alarmes, comandos num único sistema por forma a gerir toda a instalação de forma fiável, eficaz e rentável.

Para aplicações em sistemas fotovoltaicos a Carlo Gavazzi possui o WM14 SOLAR que além de analisador das diversas grandezas elétricas é também contador de energia e contador de horas, sendo o início da contagem de horas dependente de um nível de potência programável.

### 4.3. Concentrador de Energia VMU-C



O VMU-C EM é um concentrador adequado para aplicações de monitorização de energia, com armazenamento de dados integrado e capacidade para recolher, registar, analisar e transmitir todas as variáveis medidas provenientes dos analisadores de energia.

Este tipo de concentrador tem integrado um web-server capaz de monitorizar um máximo de trinta e dois analisadores localmente.

Na ausência de uma ligação á internet nas instalações, existe uma versão deste concentrador denominado de VMU-W com um módulo 3G integrado para habilitar as comunicações, tais como, envio de dados, alarmes, mensagens bem como envio de correio eletrónico.

Figura 3. Concentrador de energia VMU-C.

#### 4.3.1. Especificações Técnicas

O VMU-C tem integrado um web-server capaz de monitorizar até 32 analisadores de energia bem como gerir vários tipos de dados tais como:

- Energia (kWh, kVARh) e variáveis instantâneas (V, A Var, VA, PF, Hz, THD)
- Temperaturas
- Entradas de sinais analógicos
- Entradas de sinais digitais
- Alarmes via Web, correio eletrónico ou SMS
- Dois tipos de Tarifas
- Relatórios em formato Excel
- Dados disponíveis por FTP/HTT



#### 4.4. Analisadores de Energia EM21



O EM21 72D é um analisador de energia trifásico, inovador, econômico e compacto.

É o único analisador no mercado com display extraível patenteado que permite a montagem em trilho DIN (4 módulos) e em painel (72x72mm), sem necessidade de qualquer acessório ou adaptador.

O EM21 é de fácil instalação, detecta automaticamente a sequência de fases, é autoalimentado e de programação muito simples. O EM21 possui saída de impulsos e opção de comunicação RS485/ModBus.

Figura 4. Analisadores de energia EM21.

O EM21 é fornecido com 3 sensores de corrente (TI's) de núcleo aberto sem necessidade de modificações de ligações ou de desconexão, estando disponíveis em três gamas distintas sendo estas: 90A, 150A e 250A.



Figura 5. Sensores de corrente de núcleo aberto.

## 4.4.1. Especificações Técnicas EM21

Tabela 4. Especificações Técnicas do Analisador de Energia EM21.

TIPO	DESCRIÇÃO
Visor	LCD, 2 linhas
Variáveis Instantâneas	3x3 Dígitos
Contagem de Energia	6+1 Dígitos
Precisão	Classe 1 (kWh) EN62053-21 Classe B (kWh) EN50470-3 Classe 2 (kvarh) EN62053-23 V – A: $\pm(0,5\% \text{ Leit.} + 2 \text{ Dig.})$
Sistema	Trifásico
Tensão de entrada (Un)	120/230 VAC; 400VAC
Corrente de entrada (Imax)	Max:5AAC para ligação a TI
Primário TI / TT	Programável: TI até 60kA; TT até 6kV
Entradas digitais	N.D.
Variáveis medidas	TRMS (Verdadeiro Valor Eficaz) Sistema: W, var, cos $\phi$ , Seq. Fase, Hz, kWh, Kvarh Por Fase: VLL, VLN, A, cos $\phi$
Saídas: Impulso Série Alarme	1 Estática (opto-mosfet) Porta RS485/ ModBus N.D.
Outras características	Indicação de sequência de Fase
Tensão de alimentação	Autoalimentado
Dimensões	4 Módulos DIN (72x72x65mm)
Grau de proteção	IP50 frontal

#### 4.5. Visão Conceptual da Instalação do Sistema

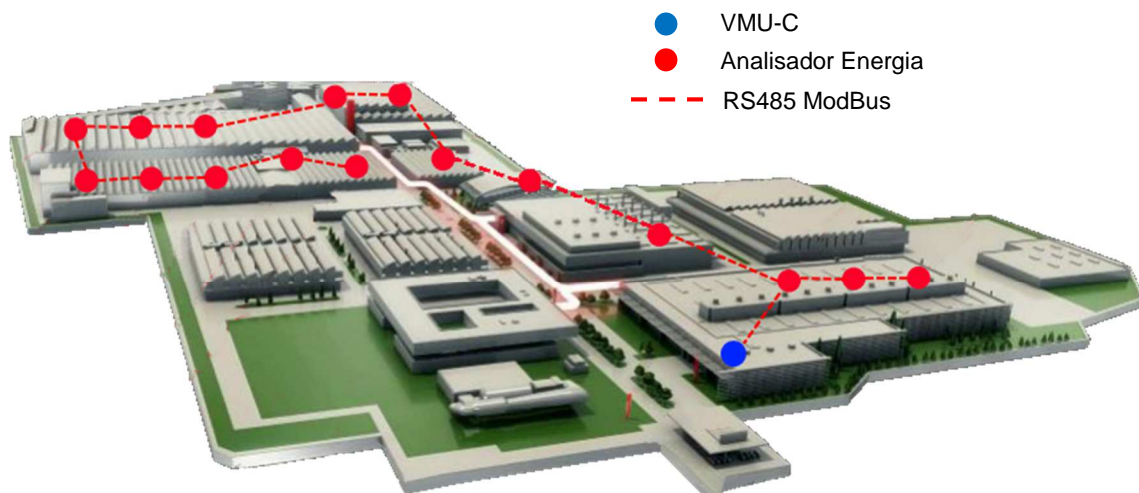


Figura 6. Possível configuração de implementação de uma instalação.

A figura anterior ilustra um possível exemplo da configuração de uma instalação. Esta configuração é constituída por uma unidade central (vmu-c) que tem integrado um web-server capaz de monitorizar até 32 analisadores de energia bem como gerir vários tipos de dados.

Na alínea seguinte irá ser demonstrado as configurações a implementar neste dispositivo.

#### 4.6. Configuração VMU-C

O VMU-C é um minicomputador que tem incluído um servidor web que serve para a monitorização de eletricidade baseada numa tecnologia web. Uma vez configurado corretamente, o software do vmu-c pode ser usado em toda a rede - LAN e Internet, usando qualquer PC ou dispositivo com um navegador de Internet comum.

Sendo vmu-c baseado numa tecnologia web, o seu uso é semelhante a um *website* comum, permitindo a visualização de dados e o status dos dispositivos instalados no sistema (analisadores, contadores, sensores ambientais).

Por sua vez também permite a ligação a um servidor FTP, sendo este o ponto de partida para a obtenção dos dados provenientes dos analisadores e posteriormente o seu envio para uma base de dados.

Nas alíneas seguintes iremos abordar todos os processos de configurações necessários.

#### 4.6.1. Acesso ao sistema

Para aceder ao sistema, é necessário estabelecer uma ligação de rede entre o PC e VMU-C utilizando para isso a porta de rede Ethernet do dispositivo.

O endereço por defeito do VMU-C é 192.168.1.110 em todas as configurações de ligação, isto leva a que para conseguirmos comunicar com o VMU-C, o PC deve pertencer à mesma sub-rede, para isso deverá ter um endereço IP "192.168.1.x", onde "x" deve ser um número entre 1 e 254, excluindo o 110.

Uma vez configurado o endereço IP, basta abrir um navegador escrevendo o endereço 192.168.1.110 para aceder ao dispositivo.

#### 4.6.2. Mapeamento de analisadores na rede

Como anteriormente foi referido, a comunicação entre o concentrador (VMU-C) e os analisadores de energia, é efetuada através do protocolo de comunicação RS485 ModBus. Importante referir que todos os analisadores de energia não poderão ultrapassar um limite de 32 unidades e deverão estar ligados à COM 2 do respetivo VMU-C.

Nas imagens seguintes, irá ser demonstrado através do *web server* existente no VMU-C, a configuração manual de todos os analisadores de energia instalados na rede. Para darmos início ao mapeamento dos analisadores de energia, é necessário proceder a várias etapas, exemplificadas nas imagens seguintes.

Para procedermos ao mapeamento dos analisadores de energia, deveremos aceder à página "VMU-C SETTINGS" e de seguida selecionar a opção "Manual Setup" como é demonstrado na Figura 7 identificado com a letra "A".

<input type="checkbox"/> SYSTEM	<input checked="" type="checkbox"/> PLANT	<input type="checkbox"/> OTHER VARIABLES
<b>VMU-C SETTINGS</b>		
Autoscan Devices Connected to VMU-C	Find Connected Vmu-m	
Perform the manual configuration of the devices connected to the VMU-C	Manual Setup <b>A</b>	
Resume Configuration	Resume Configuration	
Load Configuration from File	Import	

Figura 7. Página inicial do *web server* para configuração de analisadores

No seguimento da etapa anterior, irá surgir um novo menu “Manual Setup”. Neste menu deveremos seleccionar a opção “Next” como é demonstrada na figura 8, identificada pela letra “A”.

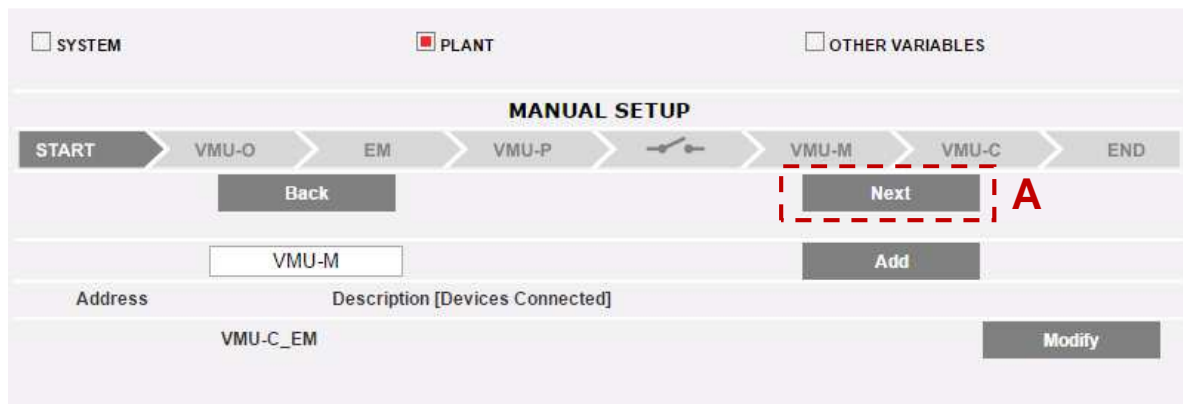


Figura 8. Passo seguinte para a configuração de analisadores.

Todos os analisadores de energia instalados na rede, são distinguidos através de um endereço que é atribuído aquando da sua instalação, estando compreendidos entre 1 e 255.

Assim sendo, para adicionarmos um novo analisador de energia Figura 9 teremos de utilizar a opção “Add” (A) e de seguida proceder á sua configuração (B) como é demonstrado de seguida na figura 9.

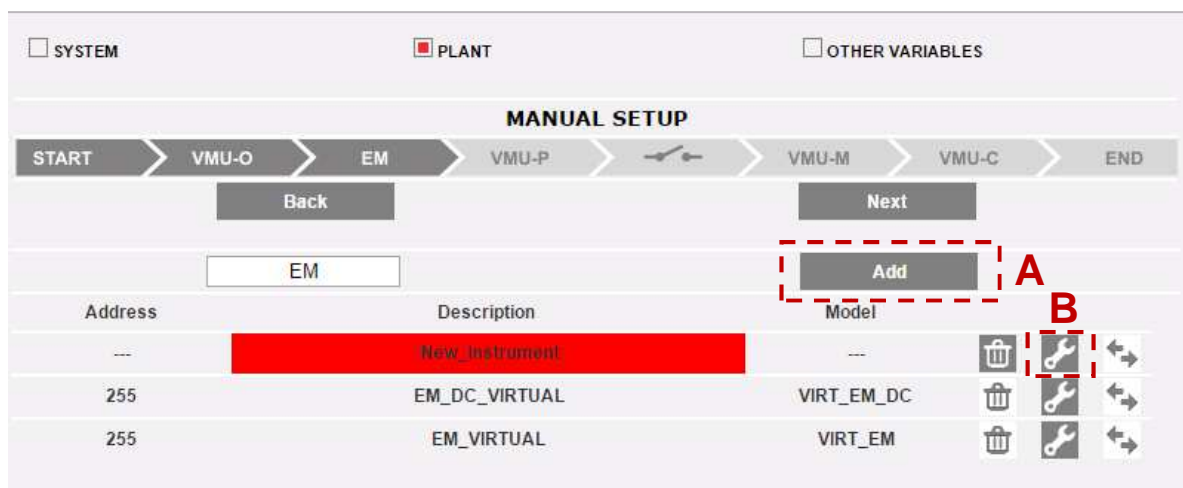


Figura 9. Adição de novo analisador na rede

A figura seguinte [Figura 10] demonstra a configuração necessária, para adicionar e identificar o analisador de energia pretendido que se encontra na instalação.

É necessário salientar que este passo é de extrema importância, uma vez que uma configuração mal elaborada pode em causa a deteção do analisador por parte do VMU-C.

No momento da configuração do sistema, será necessário saber que tipo de analisador se encontra instalado no local, sendo um ponto crítico o endereço que se encontra definido no analisador instalado, como é demonstrada na figura 10, identificada pela letra “A”.

Considera-se um ponto crítico, uma vez que a não correspondência deste endereço poderá resultar na receção de dados provenientes de outro analisador que esteja na rede ou mesmo não receção de qualquer tipo de dados.

De salientar que na descrição do analisador, deverá ser atribuído um nome identificativo para facilitar o utilizador, na identificação da zona em que este se encontra instalado sempre que proceder á utilização da plataforma de monitorização de energia, desenvolvida neste trabalho, como é demonstrado na figura 10, identificada pela letra “B”.

☒ SYSTEM ☐ PLANT ☐ OTHER VARIABLES

**ENERGY METER CONFIGURATION**

Brand: CARLO GAVAZZI

Model: EM21

Address: 101 A Converter: ---

Description: Quadro 1º piso B

Enable communication: ☒

Define as Main Meter: ☒

Enable Contribution to the Virtual Main Meter: ☒ Yes ☐ No

[Configure Set Points](#)

[Counters Configuration](#)

Notes:

Baud Rate: 9600

Data bits: 8

Parity: None

Stop bits: 1

[Back](#) [Save](#)

Figura 10. Configuração de novo analisador de energia instalado na rede.

Assim que todos os analisadores da rede estiverem adicionados basta selecionar o botão “Next” como é demonstrado na figura 11, identificado pela letra “A”.

The screenshot shows the 'MANUAL SETUP' interface. At the top, there are three checkboxes: 'SYSTEM' (unchecked), 'PLANT' (checked), and 'OTHER VARIABLES' (unchecked). Below this is a progress bar with steps: START, VMU-O, EM, VMU-P, a switch icon, VMU-M, VMU-C, and END. The 'Next' button is highlighted with a red dashed box and labeled with a red 'A'. Below the progress bar, there are 'Back' and 'Add' buttons. A table below shows the list of installed analyzers:

Address	Description	Model			
101	Quadro_1°_pisso	EM21			
255	EM_DC_VIRTUAL	VIRT_EM_DC			
255	EM_VIRTUAL	VIRT_EM			

Figura 11. Finalização da configuração de analisadores instalados na rede.

#### 4.7. Envio Ficheiros CSV via FTP

Tendo em conta toda a conceção do sistema geral a desenvolver, é necessário ter acesso aos ficheiros criados pelo VMU-C. Estes ficheiros contêm todas as variáveis recolhidas pelos analisadores ao longo de toda a rede.

Estes ficheiros são de extrema importância uma vez que sem eles não é possível a consulta de informação fora das instalações sendo que os ficheiros serão armazenados no servidor já existente pertencente à GreenWorld.

Para proceder ao envio dos ficheiros para o servidor, é necessário proceder a algumas configurações no *web server* do VMU-C de modo a haver comunicação com o servidor.

Para isso é necessário fornecer:

- Endereço do servidor
- Diretório remoto
- Utilizador servidor
- Palavra-chave do servidor


Uma vez que este relatório de estágio será de livre acesso ao público e por uma questão de segurança e confidencialidade para a empresa, os dados serão omissos como é possível visualizar na figura seguinte [Figura 12].

Figura 12. Configuração de serviço FTP

#### 4.7.1. Estrutura do ficheiro CSV

Um ficheiro “CSV” (*comma separated values*) é um ficheiro sem formatação na qual os valores estão separados por vírgulas, delimitados por aspas, onde cada linha tem um registo diferente.

Este ficheiro elaborado pelo “VMU-C” contem todas as variáveis, recolhidas pelos diversos analisadores de energia instalados na sua rede. Após uma análise à estrutura do ficheiro, verifica-se que o nome deste varia consoante o número de série de cada VMU-C bem como a data e hora em que é criado. Sendo este número de identificação único, é possível diferenciar as redes instaladas bem como a sua localização.

 VMU-C\_BO0450039001H\_VAR\_2015-09-22-02-09-30\_S.csv

No Anexo C, é possível visualizar o conteúdo deste ficheiro para se obter uma boa perceção das diversificadas variáveis, recolhidas por cada analisador de energia ligado por MODBUS RS485 ao VMU-C proveniente da mesma rede.



## 4.8. Definições de Rede

As definições de rede são de extrema importância, uma vez que é necessário uma ligação à internet para a comunicação com o exterior (neste caso com um servidor externo), servirá exclusivamente para o envio dos ficheiros por FTP.

Para procedermos à configuração de rede, deveremos aceder à página “NETWORK SETTINGS” e de seguida seleccionar a opção “Manual Setup” como é demonstrado na Figura 7 identificado com a letra “A”.

☒ SYSTEM ☐ PLANT ☐ OTHER VARIABLES

**NETWORK SETTING**

VMU-C Name VMU-C   (Example: VMU-C01)

☐ Use the following IP Address: **A** ☒ Get an IP address Automatically (DHCP)

IP Address:

Subnet Mask:

Default Gateway:

☐ Use the following DNS server addresses: **B** ☒ Get DNS Server address automatically

Preferred DNS server:

Alternative DNS server:

**Save Setting**

Figura 13. Configuração de rede.



## 5. BASES DE DADOS RELACIONAIS

A base de dados possui um papel importante e essencial para o sistema, uma vez que toda a informação proveniente dos analisadores de energia ficará registada. Assim sendo e estando a base de dados num servidor *online*, é possível em qualquer parte do mundo, o utilizador, com recurso a um interface, consultar toda a informação.

De forma a identificar as funcionalidades e capacidades de base de dados, os pontos seguintes pretendem explicitar o seu significado, a função de um sistema de gestão da base de dados e a tecnologia utilizada para conceber a BD do sistema.

### 5.1. Sistemas de Gestão de Base de Dados

Um Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD) é uma aplicação informática que tem como objetivos definir, aceder e gerir os dados que se encontram numa base de dados.

A utilização de um SGBD tem inúmeras vantagens, sendo as principais: resposta rápida aos pedidos de informação, os dados podem ser acedidos de diferentes maneiras, flexibilidade, (ou seja, ao efetuar uma alteração seja nos dados ou nos programas, não implica modificações drásticas no outro), integridade de informação ao não permitir redundância, assegura que os utilizadores não tenham acesso a mais informação do que aquela a que lhes é permitido aceder.

Assim sendo, os utilizadores podem aceder, manipular e processar dados de forma relativamente normalizada, fiável e eficiente.

Alguns dos SGBD mais utilizados são: PostgreSQL, MySQL, Oracle, SQL-Server, TinySQL, JADE, Microsoft Access.

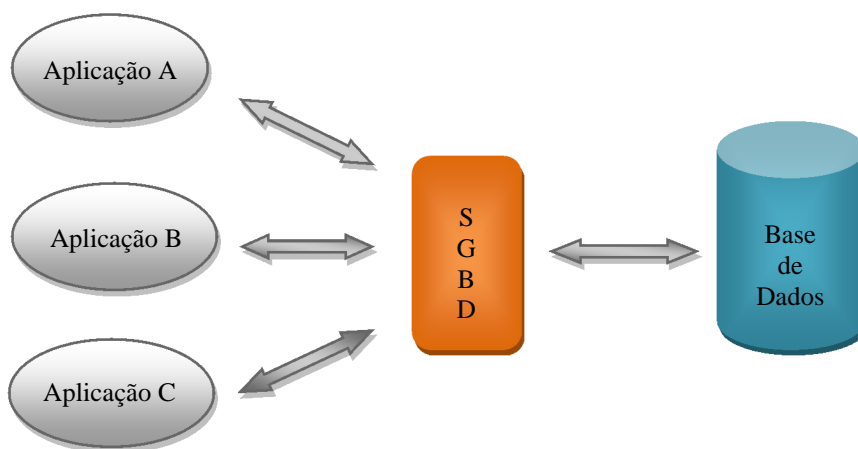


Figura 14. Diagrama SGBD

## 5.2. Sistema de SGBD utilizado

A escolha do sistema de gestão de base de dados recaiu no MySQL. Sendo o MySQL, o SGBD de código aberto mais utilizado no mundo, por via do seu alto desempenho, alto nível de segurança e facilidade de uso.

Para criar e gerir a base de dados deste projeto, foi utilizado o phpMyAdmin que consiste numa aplicação web que permite gerir as bases de dados MySQL.

O phpMyAdmin é uma ferramenta obrigatória em quase todos os *web hostings* estando também incluída em servidores *offline*, como por exemplo o XAMPP.

Esta ferramenta com interface gráfico permite modelar e gerir uma base de dados possibilitando:

- Criar e remover bases de dados;
- Criar, remover e alterar tabelas;
- Inserir, remover e editar campos;
- Executar códigos SQL;
- Criar diagramas de entidade relacionamento;
- Criação de Scripts SQL
- *Forward Engineering* e *Reverse Engineering* (criação de script SQL a partir do modelo gráfico e criação do modelo gráfico a partir do script)
- Fazer *backups* e recuperar bases de dados;
- Manipular campos chaves;
- Outras funcionalidades.

A característica visual é um dos pontos fortes deste SGBD, permitindo obter uma vista gráfica da arquitetura da Base de dados e dos relacionamentos entre tabelas, acelera o processo de construção e evita erros de construção.

## 5.3. Modelo Relacional

Existem vários modelos que permitem a representação de dados numa base de dados, sendo o mais utilizado o modelo relacional.

Este modelo, baseado na teoria matemática dos conjuntos e na álgebra relacional, apresenta os dados como um conjunto de relações. Cada uma destas relações é definida como uma tabela constituída por linhas e colunas, em que as colunas representam os atributos e as linhas representam os registos ou as instâncias da relação.

No modelo relacional, é necessário relacionar dados que existem numa tabela, com dados que existem noutra tabela. Este relacionamento é realizado através de atributos comuns entre as tabelas.

Então, temos dois tipos de atributos especiais:

- *Primary Key* (PK): Diz respeito à chave primária de uma tabela e identifica univocamente cada linha da tabela.
- *Foreign Key* (FK): Representa a chave estrangeira que tem como função estabelecer uma ligação entre os dados de duas tabelas.

Para além do relacionamento entre tabelas, um SGBD deve garantir consistência, precisão e correção dos dados. Para tal, são utilizadas três regras de integridade, sendo estas:

1. Integridade da entrada - Cada tabela deve conter uma chave primária para que cada linha seja identificada univocamente e para garantir que o atributo ou atributos selecionados não sejam nulos nem apareçam repetidos. Assim, esta regra garante a consistência dos dados.
2. Integridade do domínio - O valor de um campo deve obedecer ao tipo de dados e às restrições de valores definidos para garantir a precisão dos dados.
3. Integridade referencial - O valor dos campos que constituem a chave estrangeira de uma tabela deve estar também presente na chave primária da tabela que referenciam, ou ter o valor NULL. Desta forma, mantém-se a sincronização dos dados entre tabelas relacionadas garantindo a correção dos dados.

Para a criação de uma base de dados relacional, é necessário definir um modelo Entidade Relação que não é mais do que uma representação gráfica do problema em que o objetivo é apresentar claramente as entidades envolvidas e a forma como estas se relacionam entre si.

- Entidade: Representa uma única "coisa" presente no mundo real. Diz respeito ao nome das tabelas do modelo de dados.
- Relação: Corresponde a uma ligação lógica entre entidades. Identifica a forma como uma entidade A e uma entidade B se relacionam.

As relações entre entidades mais habituais são:

Relações 1:1 - Relações um-para-um. São utilizadas quando, para cada ocorrência da entidade A ocorre no máximo uma ocorrência da entidade B e para cada ocorrência de B existe no máximo uma ocorrência de A.

Relações 1:N - Relações um-para-muitos. São utilizadas quando para cada ocorrência da entidade A pode existir N ocorrências na entidade B e para cada ocorrência de B, apenas existe, no máximo uma ocorrência associada em A.

Relações M:N - Relações muitos-para-muitos. São utilizadas quando para cada ocorrência das entidades A puderem estar associadas N ocorrências da entidade B e para cada ocorrência da entidade B puderem estar associadas M ocorrências da entidade A.

Para evitar um conjunto de problemas que passam pela duplicação e perda de informação, é necessário que o esquema de dados passe por um processo de normalização. Este consiste num conjunto de regras, a que se dá o nome de formas normais, que têm como objetivo final, permitir criar um conjunto de tabelas numa base de dados sem informação redundante e possibilitar modificações corretas e consistentes.

Dito isto, de seguida são apresentadas as seis formas normais, respetivas a uma relação:

- Primeira Forma Normal – Esta primeira Forma Normal é utilizada quando não existe repetição de grupos de informação. Tal situação verifica-se quando a relação não contém atributos com mais que um valor, nem grupos repetitivos.
- Segunda Forma Normal – Utiliza-se a Segunda Forma Normal sempre que se encontra na Primeira Forma Normal e todos os atributos não chave, são total e funcionalmente dependentes da chave primária.
- Terceira Forma Normal – Esta Forma Normal ocorre sempre que se encontra na Segunda Forma Normal e todos os atributos não chave, dependem apenas e exclusivamente da chave. Ou seja, não dependem uns dos outros.
- Forma Normal de Boyce-Codd - Esta Forma Normal é um refinamento da Terceira Forma Normal que tem como objetivo lidar com situações em que existem múltiplas chaves candidatas, as chaves candidatas são compostas ou as chaves candidatas se sobrepõem.
- Quarta Forma Normal – Esta Forma Normal surge quando se encontra na Forma Normal de Boyce-Codd e todas as dependências com mais que um valor, forem também dependências funcionais.
- Quinta Forma Normal - Esta Forma Normal é um refinamento da Quarta Forma Normal devendo ser utilizada sempre que o seu conteúdo não possa ser reconstruído a partir de entidades menores.

Apesar de existirem seis Formas Normais é comum a utilização apenas das três primeiras dado que, os esquemas que se encontram na Terceira Forma Normal são considerados suficientes para a maioria das aplicações.

#### **5.4. Elaboração da Base de Dados**

Como anteriormente foi dito, o MySQL foi o sistema de gestão de base de dados utilizado para o desenvolvimento da BD, ficando posteriormente instalada num servidor online para que os dados possam ser consultados.

A base de dados serve essencialmente para guardar toda a informação proveniente dos analisadores de energia bem como registo de utilizadores, empresas, permissões entre outras funcionalidades necessárias pela plataforma de monitorização de energia.

### 5.4.1. Arquitectura da Base de Dados

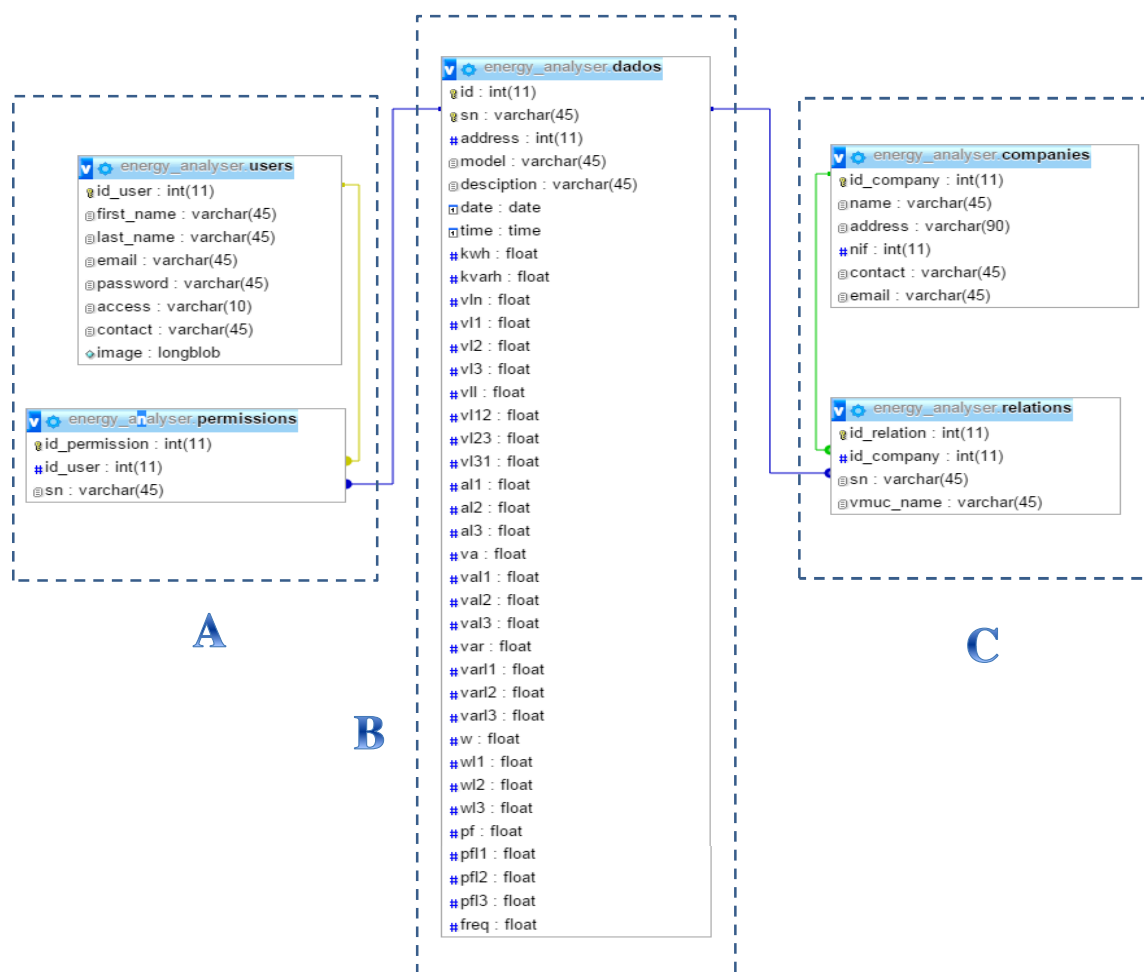


Figura 15.Arquitetura da base de dados

Na figura 15, está ilustrada a arquitetura da BD bem como o relacionamento entre as diferentes tabelas que a compõem.

Através da ilustração, é possível visualizar que as tabelas estão divididas em três grupos distintos que armazenam a informação, o grupo A para armazenar os dados referentes aos utilizadores assim como para guardar a atribuição de permissões a cada utilizador, o grupo B para registar todos as variáveis provenientes dos analisadores de energia e o grupo C para registar toda a informação relativa às empresas onde estejam instalados os analisadores de energia assim como para associar os “vmu-c’s” às empresas.

De seguida irá ser explicado sucintamente cada grupo para uma melhor perceção da construção da base de dados.

- **Grupo A** é constituído por duas tabelas, uma denominada de “users” que armazena a informação relativa aos utilizadores que terão acesso à plataforma de monitorização de energia e uma segunda tabela denominada de “permissions” que tem o objetivo de guardar a atribuição de permissões atribuída a cada utilizador. Estas permissões têm

o objetivo de cada utilizador ter acesso ou visualizar os dados provenientes das suas instalações e impossibilitar a visualização de dados provenientes de instalações alheias em que o sistema esteja instalado.

- Grupo B é constituído por uma única tabela denominada de "dados" que armazena essencialmente todos os parâmetros provenientes dos ficheiros ".csv". Este armazenamento é realizado através de uma aplicação desenvolvida em Java para o efeito, estando descrito todo o seu funcionamento no capítulo seguinte (capítulo 6). Esta tabela é fulcral, contém todas as variáveis provenientes dos analisadores de energia espalhados pelas diferentes redes ou instalações ao longo do tempo.
- Grupo C serve essencialmente para a atribuição das redes instaladas nas empresas, foi estritamente necessário uma vez que associado a uma empresa, poderá haver mais que uma rede associada em localizações diferentes, permitindo assim a atribuição de nomes aos "vmuc's" para facilitar a interpretação do local em que estão instalados bem como aquando de consulta só ser possível a visualização dos concentradores na empresa, filtrando os que não estão associados. Desta forma foi possível associar múltiplas redes em diferentes localizações a uma determinada empresa.



## 6. APLICAÇÃO JAVA

Esta aplicação tem como principal finalidade, a leitura dos ficheiros que são armazenados no servidor FTP, inicialmente criados e enviados pelos “vmuc’s” configurados para esse efeito.

Cada ficheiro existente no servidor FTP é processado individualmente, ou seja, após a leitura das variáveis existentes bem como o armazenamento na base de dados de um determinado ficheiro, a aplicação passará para o processamento do ficheiro seguinte.

Para uma melhor perceção do funcionamento da aplicação foi elaborado um fluxograma que se encontra no subcapítulo 6.3.

A aplicação foi desenvolvida em Java uma vez que esta linguagem possui uma independência de arquitetura, sendo projetada para dar suporte a sistemas que serão implementados em plataformas heterogêneas (hardware e software), ou seja, após a compilação é gerado um arquivo intermediário que poderá ser executado em qualquer arquitetura (Windows, Linux, Mac, Unix).

Uma vez que a aplicação desenvolvida terá de estar sempre em funcionamento para manter toda a atualização dos parâmetros energéticos, foi utilizado um Raspberry Pi para correr a aplicação em Java 24/dia.

### 6.1. Software de Desenvolvimento



Como no capítulo um foi referido, o desenvolvimento da aplicação assentou no *software* livre denominado de Eclipse.

O Eclipse é uma plataforma IDE (integrated development environment) de desenvolvimento extensível baseada em Java, sendo uma estrutura contendo um conjunto de serviços para o desenvolvimento de aplicações, atualmente este *software* encontra-se na versão numero 4.

### 6.2. Raspberry Pi

O Raspberry Pi é uma pequena placa, de baixa potência, construída a partir de um *CPU* de 700 mHz ARMv6, com o hardware e o processador gráfico integrados em um único chip. O processador gráfico e a *CPU* compartilham 256 MB de memória RAM. A placa inclui conexões para USB, Ethernet, gráficos de alta definição, áudio, E/S para finalidades gerais e um cartão SD na qual o sistema operativo arranca.

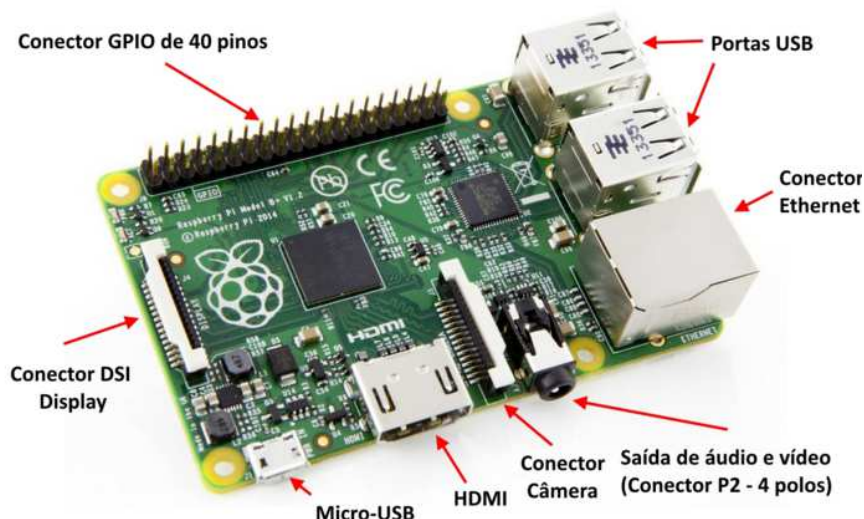


Figura 16. Componentes do Raspberry Pi.

O reduzido consumo energético foi um fator de extrema importância para executar a aplicação uma vez que este irá estar ligado 24h por dia.

Tendo em vista que poderão existir falhas de energia na rede de alimentação do dispositivo, procedeu-se à configuração do Raspberry Pi para iniciar automaticamente a aplicação assim que se volte a ligar após a ocorrência de uma falha.

Este passo foi de extrema importância, pois garante-se que não é necessário voltar a iniciar a aplicação manualmente para se voltar ao processamento de ficheiros, que vão chegando ao servidor FTP, evitando assim períodos grandes de ausência de dados atualizados na plataforma de monitorização de energia.

Esta configuração foi realizada através da edição do ficheiro “rc.local” no sistema operativo do Raspberry Pi, bastando para o efeito escrever a localização do ficheiro de inicialização da aplicação desenvolvida que se encontra no cartão de memória.

### 6.3. Fluxograma da aplicação

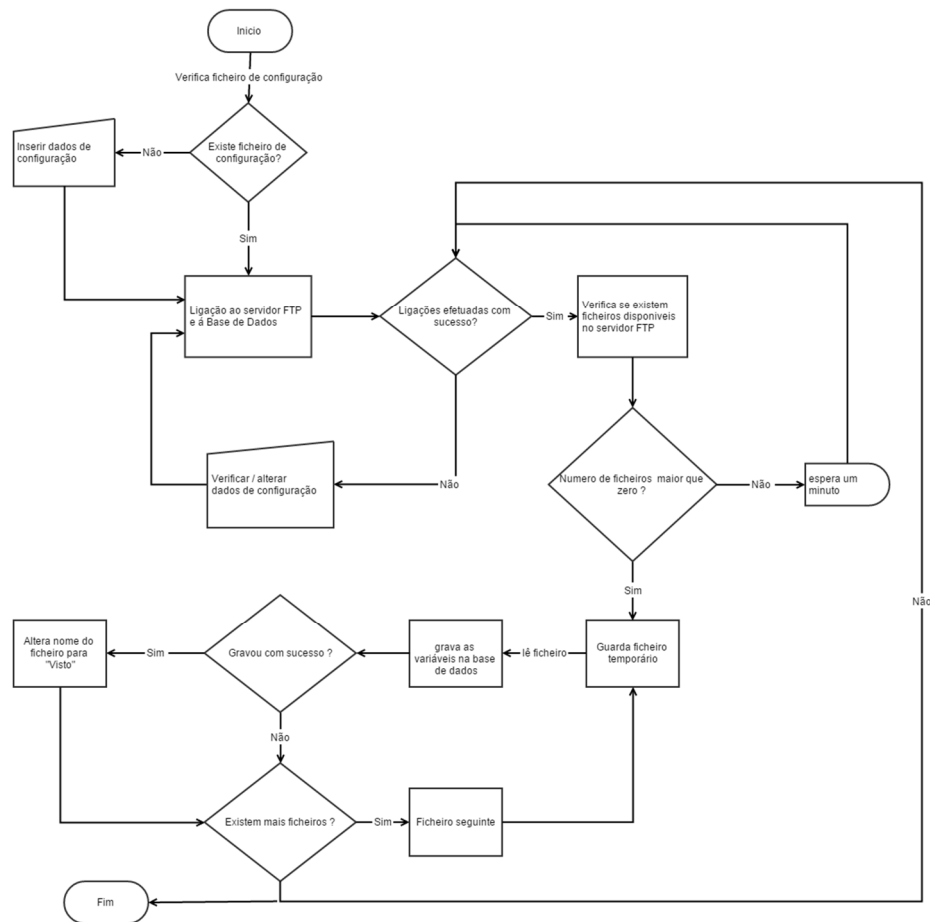


Figura 17. Fluxograma da aplicação para a leitura de ficheiros “.csv”.

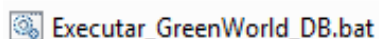
Na figura 17, está representado o fluxograma da aplicação para a leitura dos ficheiros existentes no servidor FTP, bem como a posterior inserção na base de dados de todas as variáveis energéticas lidas pelos analisadores de energia em todas as redes instaladas.

### 6.4. Ficheiros que compõem a Aplicação

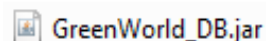


Figura 18. Ficheiros que constituem a aplicação desenvolvida.

O desenvolvimento da aplicação é traduzido nos ficheiros representados pela figura anterior [Figura 18], de seguida é feita uma breve análise a cada um deles.



Este ficheiro tem a finalidade de abrir e inicializar diretamente a aplicação desenvolvida na consola do sistema operativo Windows, o seu conteúdo resume-se ao diretório do ficheiro “GreenWorld\_DB.jar”.



Para que a aplicação desenvolvida possa ser executada fora do Eclipse e em qualquer sistema que seja compatível com Java, é necessário a criação de um executável.

No ambiente Java, o ficheiro executável é do tipo JAR (Java Archive), que será criado após a exportação da aplicação desenvolvida.

O ficheiro “GreenWorld\_DB.jar” representa o executável criado, sendo este composto por duas classes distintas:

- MainClass.Java

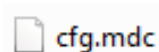
Esta classe contém o método “main”, considerando-se assim a classe principal da aplicação. Representa toda a interação com o utilizador, efetuada através da consola do SO usada para o efeito.

- ServiceJob.Java

Esta classe é constituída por todas as funções que vão de encontro às aos requisitos necessários para o funcionamento aplicação.

Sendo a classe anterior (MainClass.Java) meramente para a interação com o utilizador, esta já apresenta todas as funções cujo objetivo é a realização de processos. Algumas funções presentes no ficheiro “ServiceJob.Java” têm o objetivo de efetuar a leitura dos ficheiros “.csv”, ligação ao Servidor FTP e proceder ao envio dos parâmetros lidos através do protocolo HTTP.

Estas duas classes que compõem a aplicação encontram-se na secção dos anexos deste relatório, podendo ser consultadas mais precisamente no anexo D1 (MainClass.Java) e anexo D2 (ServiceJob.Java).



Este ficheiro destina-se ao armazenamento das configurações inseridas pelo utilizador, configurações necessárias para as ligações ao servidor FTP e à Base de Dados.

Objetivo de armazenar os dados de configuração, resulta na necessidade de a aplicação iniciar de forma automática o processamento de ficheiros, ou seja, sempre que se desligue a aplicação e se volte a ligar, não é necessário voltar a inserir os dados de configuração do servidor FTP assim como da Base de Dados.



Sempre que os parâmetros provenientes de um ficheiro “.csv” sejam inseridos com sucesso na Base de Dados, o nome do ficheiro é alterado para poder existir uma distinção entre os ficheiros que já foram lidos dos que ainda não foram.

Assim sendo, para garantir que o nome do ficheiro lido só é modificado após todos os parâmetros terem sido inseridos com sucesso na base de dados, o ficheiro “temp.csv” receberá os parâmetros para serem enviados à base de dados. Se este passo for efetuado com sucesso, o nome do ficheiro proveniente do servidor FTP será modificado.

## 6.5. Funções Principais da Aplicação

Funções são rotinas ou sub-rotinas automatizadas. Sempre que pretendemos usar a mesma codificação para algo específico, criamos uma função. Dessa forma, sempre que quisermos utilizar uma codificação, ao invés de sermos nós a digitarmos novamente, simplesmente chamamos a função. Funções são extremamente úteis e adaptáveis.

Nos subcapítulos seguintes estão representadas algumas das funções mais importantes que compõem a aplicação desenvolvida, sendo possível visualizar todo o código fonte da aplicação nos anexos D1 e D2.

### 6.5.1. Contagem de Ficheiros

A função seguinte [Figura 19] tem como objetivo, a contagem do número de ficheiros existentes no servidor FTP que ainda não tenham sido processados.

```
private int contarFicheiros() {
    int n = 0;
    try {
        String[] files = ftpClient.listNames();
        if (files != null && files.length > 0) {
            for (int i = 0; i < files.length; i++) {
                String[] part = files[i].split("_");
                if ("VMU-C".equals(part[0]) && "VAR".equals(part[2])
                    && "S.csv".equals(part[4])) {
                    n++;
                }
            }
        }
    } catch (IOException ex) {
    }
    return n;
}
```

Figura 19. Função para a contagem de ficheiros não lidos.

### 6.5.2. Leitura ficheiros “.csv”

Na figura 20, está representada a função “processCsv” que é de extrema importância, uma vez que permite a leitura de todas as variáveis contidas no ficheiro “.csv” que esteja a ser processado.

Para o efeito, todos os parâmetros lidos, são guardados num *array* de dados, que será posteriormente enviado para a base de dados através da função “sendDbPost()”, representada na figura 21.

```
private boolean processCsv(String file) {
    try {
        boolean ok = true;
        // String data = new String(Files.readAllBytes(Paths.get(file)));

        BufferedReader sr = new BufferedReader(new FileReader(filePath));
        String aux = "";
        String data = "";

        while ((aux = sr.readLine()) != null) {
            data = data + aux + "\n";
        }

        sr.close();

        String[] csv = data.split("\n");
        String[] send = new String[41];

        for (int k = 0; k < csv.length; k++) {
            String[] col = csv[k].split(";", 0);
            if ("AC".equals(col[0])) {
                send[0] = "1";
                send[1] = hostDb;
                send[2] = userDb;
                send[3] = passDb;
                send[4] = nameDb;
                send[5] = col[5];
                send[6] = col[1];
                send[7] = col[3];

                String[] dt = col[7].split("T");
                send[8] = dt[0];
                send[9] = dt[1].substring(0, 8);
                for (int i = 0; i < 29; i++) {
                    send[i + 10] = col[i + 8];
                }
                send[39] = col[38];
                send[40] = sn;
                ok = ok && sendDbPost(send);
                Thread.sleep(1);
            }
        }
        if (ok)
            return true;
    } catch (IOException e) {
    } catch (InterruptedException e) {
    }
    return false;
}
```

Figura 20. Função para fazer a leitura de ficheiros “.csv”.

### 6.5.3. Envio de parâmetros através do protocolo HTTP

O envio de parâmetros provenientes dos ficheiros armazenados no servidor FTP, para a base de dados é efetuado através da utilização do protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), método utilizado para enviar e receber informações na web.

O protocolo HTTP é baseado em pedidos e respostas entre clientes e servidores, existindo vários métodos para o efeito.

Neste caso, aquando de um pedido pelo cliente ao servidor, sendo neste caso a aplicação a comportar-se como cliente, podem ser utilizados diferentes métodos tendo sido utilizado neste o método “post”.

Por sua vez, todos os pedidos ou requisições recebem um código de resposta conhecido como *status*. Através deste código de resposta é possível saber se uma operação foi realizada com sucesso (código 200), se foi movida e agora existe em outro lugar (código 301) ou se não existe (código 404), existindo ainda outros códigos de resposta.

A função abaixo [Figura 21], tem a finalidade de enviar os parâmetros lidos em cada ficheiro “.csv” através do protocolo HTTP pelo método “post”.

```
private boolean sendDbPost(String[] value) {
    try {
        String postData = "";
        for (int i = 0; i < value.length; i++) {
            postData += "val" + i + "=" + value[i] + "&";
        }
        postData = postData.substring(0, postData.length() - 1);

        URL url = new URL/phpDb);
        HttpURLConnection con = (HttpURLConnection) url.openConnection();
        con.setDoOutput(true);
        con.setDoInput(true);
        con.setInstanceFollowRedirects(false);
        con.setRequestMethod("POST");
        con.setRequestProperty("Content-Type",
            "application/x-www-form-urlencoded");
        con.setRequestProperty("charset", "utf-8");
        con.setRequestProperty("Content-Length",
            "" + Integer.toString(postData.getBytes().length));
        con.setUseCaches(false);

        DataOutputStream wr = new DataOutputStream(con.getOutputStream());
        wr.writeBytes(postData);
        wr.flush();
        wr.close();

        if (con.getResponseCode() == 200) {
            BufferedReader inStream = new BufferedReader(
                new InputStreamReader(con.getInputStream()));
            String inputLine;
            String response = "";
            while ((inputLine = inStream.readLine()) != null) {
                response += inputLine;
            }
            inStream.close();
            response = response.substring(0, 1);
            // System.out.println(response);
            if (".".equals(response)) {
                con.disconnect();
                return true;
            }
        }
    }
}
```



```

        con.disconnect();
    } catch (MalformedURLException ex) {
    } catch (IOException ex) {
    }

    return false;
}

```

Figura 21. Função para o envio dos parâmetros através do protocolo HTTP.

## 6.6. Ficheiro ftp2db.php

O ficheiro “ftp2db.php” surge na necessidade de receber os parâmetros enviados pela aplicação desenvolvida através do protocolo HTTP.

Este ficheiro encontra-se no servidor da GreenWorld, sendo a sua única finalidade a de receber os parâmetros e inseri-los na Base de Dados.

```

<?php

$hostname = $_POST["val1"];
$username = $_POST["val2"];
$password = $_POST["val3"];
$dbname = $_POST["val4"];

$link = mysql_connect($hostname, $username, $password);
if(!$link) die("Unable to connect to MySQL");

$dbselected = mysql_select_db($dbname,$link);
if(!$dbselected) die("Could not select database");
if($_POST["val0"] == "1")
{
    $result = mysql_query('SELECT MAX(id) AS id FROM dados;');
    $row = mysql_fetch_assoc($result);
    $id = $row['id'];
    if(empty($id)) $id = 1;
    else $id = $id + 1;

    $query = "INSERT INTO dados (id, address, model, description, date, time, "
        . "kwh, kvarh, vln, vl1, vl2, vl3, vl1, vl12, vl23, vl31, al1, al2, al3, "
        . "va, val1, val2, val3, var, var11, var12, var13, w, wl1, wl2, wl3, pf, "
        . "pfl1, pfl2, pfl3, freq, sn) VALUES ('" . $id . "','" . "';
    for($i = 5; $i < 41; $i++)
    {
        $name = "val" . $i;
        $query .= "'";
        $query .= $_POST[$name];
        $query .= "'";
    }
    $query = substr($query, 0, -1);
    $query .= "';";
    $mq = mysql_query($query,$link);
    if(!$mq) die("Error in MySQL Query");
}
mysql_close($link);

echo '.';
?>

```

Figura 22. Ficheiro “ftp2db.php”.



## 6.7. Aspeto visual da aplicação

Uma vez que a aplicação só servirá para a leitura e envio dos parâmetros dos ficheiros existentes no servidor FTP, o aspeto visual da aplicação resume-se exclusivamente a uma consola com vários menus, permitindo ao utilizador testar e modificar as configurações de ligação ao servidor FTP bem como à Base de Dados.

A figura 23 representada abaixo, é demonstrado o menu principal da aplicação. Este menu aparecer na primeira inicialização ou sempre que a ligação ao servidor FTP ou a ligação à base de dados não seja possível.

Este menu é constituído por três opções, a primeira tem o objetivo de testar as duas ligações (servidor FTP e base dados), a segunda de modificar os parâmetros das ligações caso seja necessário, sendo a terceira opção com objetivo de fechar a aplicação.



Figura 23. Menu principal da aplicação.

Através da opção numero dois, migramos para um submenu que se encontra demonstrado na figura seguinte [figura 24]. Neste local é possível visualizar as configurações anteriormente definidas e estabelecidas, para as ligações que encontram gravadas no ficheiro “cfg.mdc” ou proceder à alteração das mesmas caso seja necessário, uma vez que poderão haver alterações no servidor. Por uma questão de confidencialidade e de segurança, os parâmetros foram ocultados.

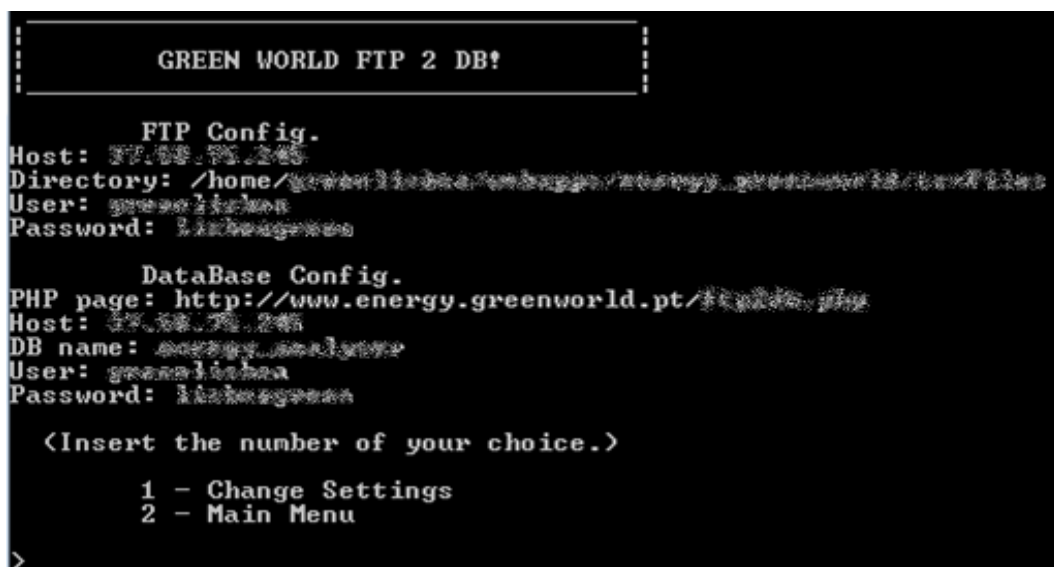


Figura 24. Submenu para a visualização e alteração dos parâmetros de ligação.

Através da opção numero um do menu principal, é possível testar as duas ligações. Sempre que as duas ligações forem efetuadas com sucesso, é possível dar início ao processamento dos ficheiros existentes no servidor FTP como é demonstrado pela figura 25.

De salientar que sempre que a aplicação inicia, é efetuada uma verificação às duas ligações, caso sejam efetuadas com sucesso, o processamento de ficheiros arranca imediatamente. Este modo de operar vai de encontro com o arranque automático da aplicação sempre que o Raspberry Pi inicia.

```
GREEN WORLD FTP 2 DB!

FTP->Connected to FTP Server.
DB->Connected to Database.

Connection Successful!
<Insert the number of your choice.>

1 - Start Service
2 - Main Menu

>
```

Figura 25. Submenu da opção um para o teste de ligações.

Sempre que se inicia o processamento de ficheiros, obtemos a consola representada abaixo pela figura 26, sendo sempre dado a conhecer, a quantidade de novos ficheiros a serem processados bem como a sua evolução ao longo do tempo.

Terminado este processo, a aplicação iniciará um tempo de espera de um minuto, verificando de seguida, se existem novos ficheiros a serem processados.

```
GREEN WORLD FTP 2 DB!

<Press 's' to stop service.>

>Starting Service...
FTP->Connected to FTP Server.

>15 files available. Starting Download....

>0 files downloaded...
>1 files downloaded...
>2 files downloaded...
>3 files downloaded...
>4 files downloaded...
>5 files downloaded...
>6 files downloaded...
>7 files downloaded...
```

```
>8 files downloaded...
>9 files downloaded...
>10 files downloaded...
>11 files downloaded...
>12 files downloaded...
>13 files downloaded...
>14 files downloaded...
>15 files downloaded...

>Download finnish. 15 files downloaded.

┌────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│                                     GREEN WORLD FTP 2 DB!                       │
├────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│          <Press 's' to stop service.>                                         │
└────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

Checking for updates in 59 seconds..
```

Figura 26. Submenu - processamento de ficheiros.



## 7. APLICAÇÃO WEB DE MONITORIZAÇÃO

A aplicação web de monitorização é constituída por um interface gráfico que permite monitorizar os dados provenientes dos analisadores de energia instalados em diversos edifícios independentemente da sua dimensão, permitindo posteriormente otimizar a exploração dos diversos consumos registados nas instalações.

Este interface gráfico desenvolvido possui um sistema de *login* para utilizadores previamente autorizados.

### 7.1. Características e Funcionalidades Principais

Para o desenvolvimento da aplicação de monitorização de energia, foi necessário ter em conta a eficiência e a flexibilidade que esta teria de proporcionar aos utilizadores, sendo o grande objetivo, efetuar diagramas de carga e registar os parâmetros elétricos para uma análise posterior.

Uma das grandes capacidades da aplicação é a capacidade de aceitar um número ilimitado de redes instaladas nos mais diversificados complexos.

Assim sendo a aplicação possibilita ao utilizador:

- Sistema de *Login* com dois tipos de acessos
- Páginas extremamente dinâmicas com atualização de zonas específicas na página, não havendo a necessidade de carregar toda a página sempre que se altere um parâmetro.
- Visualização de três tipos de gráficos sendo possível ao utilizador escolher entre áreas, linhas e barras.
- Possibilidade de exportar gráficos em modo impressão e em Excel
- Atribuição de nomes aos concentradores de energia (VMU-C) para uma melhor identificação da rede ou edifício em que se encontra instalado.
- Tabelas de visualização de informação extremamente dinâmicas com possibilidade de pesquisa por qualquer item da tabela de forma automaticamente.
- Envio de *emails* diretamente para a GreenWorld através do utilizador registado.

## 7.2. Ficheiros que compõem aplicação

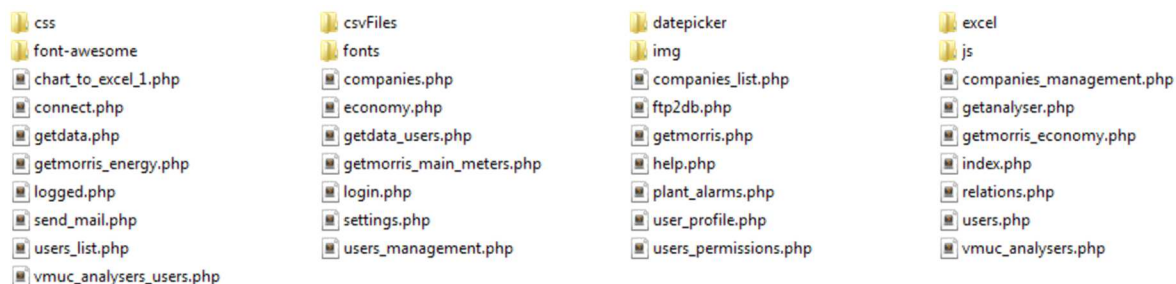


Figura 27. Ficheiros que compõem a aplicação de monitorização

Através da figura anterior (figura 26), é possível visualizar toda a estrutura de ficheiros que compõem a aplicação de monitorização desenvolvida. Abduquei de colocar o código fonte dos ficheiros “.php” desenvolvidos em anexo, uma vez que são extremamente extensos, sendo o maior dos ficheiros o “logged.php” com cerca de duas mil linhas de código.

Nos subcapítulos seguintes será demonstrado todas as potencialidades existentes na aplicação bem como alguns métodos de construção e de funcionamento mais importantes utilizados.

## 7.3. Variáveis de sessão utilizadas

Uma sessão é um período de tempo durante o qual um utilizador acede às diferentes páginas de um *website*. Sempre que um utilizador entra num *website* podemos abrir uma sessão e registar diversas variáveis que ficarão gravadas em arquivos no servidor, podendo estas ser acedidas em qualquer página do site, enquanto a sessão estiver aberta. Cada sessão possui um identificador único, chamado de “session\_id”.

As sessões são uma forma de termos variáveis globais, permitindo preservar dados através dos acessos nas diferentes páginas. Abaixo seguem as sessões utilizadas na aplicação de monitorização de energia.

```
$_SESSION["id_user"]=$row[0];
$_SESSION["name"]=$row[4]." ".$row[5];
$_SESSION["acesso"]=$row[3];
$_SESSION["address"] = $_GET['address'];
$_SESSION["vmuc"] = $_GET['vmuc'];
$_SESSION["date"] = date('Y-m-d');
$_SESSION["date_main_meters"] = date('Y-m-d');
$_SESSION["date_economy"] = date('Y-m-d');
$_SESSION["from"] = date('Y-m-d',strtotime("-1 Months"));
$_SESSION["to"] = date('Y-m-d');
$_SESSION["from_main"] = date('Y-m-d',strtotime("-1 Months"));
$_SESSION["to_main"] = date('Y-m-d');
$_SESSION["from_economy"] = date('Y-m-d',strtotime("-1 Months"));
$_SESSION["to_economy"] = date('Y-m-d');
$_SESSION["var_energy"] = "";
$_SESSION["var_main_meters"] = "";
$_SESSION["var_economy"] = "";
```

## 7.4. Página Inicial – Autenticação de Utilizadores

A página inicial da aplicação (index.php) surge com o objetivo, de permitir aos utilizadores previamente registados o acesso à plataforma de monitorização de energia, com vista à consulta de todos dos parâmetros energéticos provenientes das redes instaladas, ou às redes em que o utilizador tenha sido previamente associado.

Exemplificado pela letra “A” na figura 27, é possível visualizar a zona de autenticação do utilizador na plataforma de monitorização de energia.

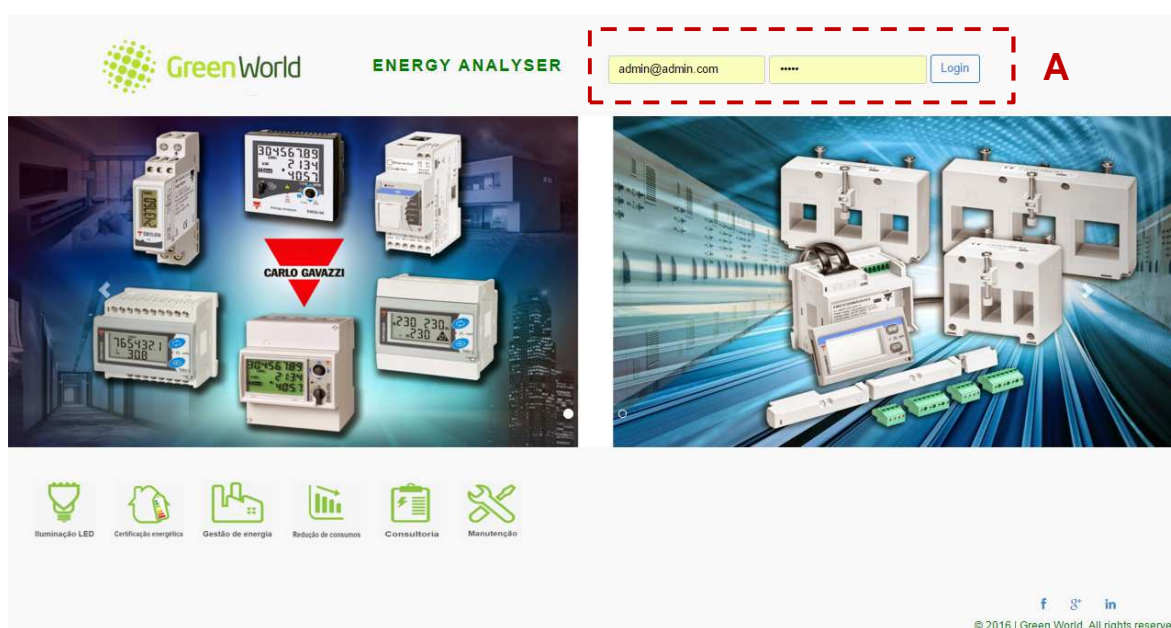


Figura 28. Autenticação de utilizadores.

## 7.5. Página Principal da Aplicação

A página principal da aplicação (logged.php), foi concebida para fornecer o máximo de informação possível ao utilizador.

Para uma melhor percepção das funcionalidades e das opções que a aplicação oferece ao utilizador, bem como a sua construção, a página encontra-se dividida em seis grandes grupos distintos exemplificados na Figura 28.

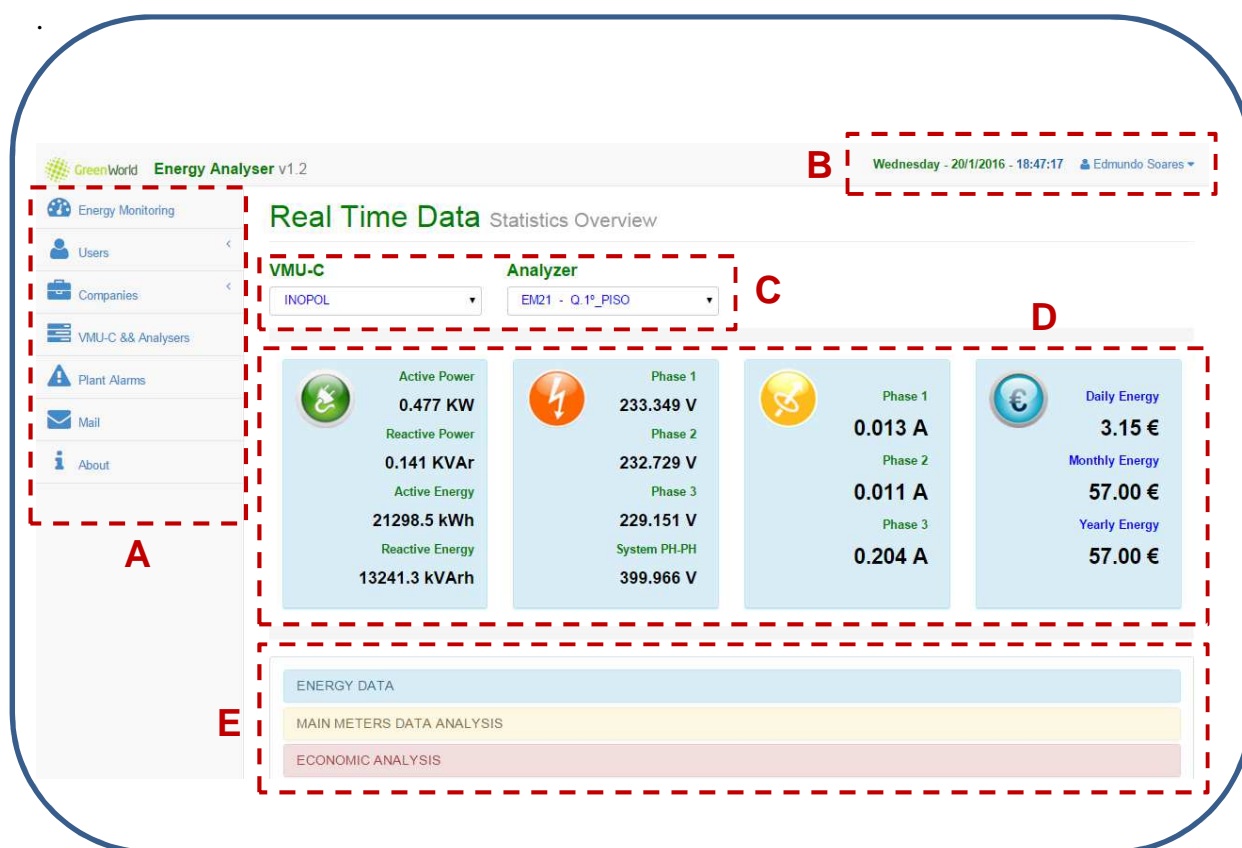


Figura 29. Página Principal da Aplicação.

- **Grupo A – Menus de navegação**

O grupo A constitui os menus que servirão exclusivamente para possibilitar a interação entre as diferentes páginas e funcionalidades que compõem a aplicação.

- **Grupo B – Informação de utilizador**

Este grupo permite fornecer informação ao utilizador autenticado, bem como a possibilidade de proceder a alterações do seu perfil.

- **Grupo C – Seleção da rede para visualização dos parâmetros energéticos**

O grupo C representa uma funcionalidade de extrema importância em toda a aplicação, permite ao utilizador selecionar um local de uma determinada instalação para proceder à análise ou à consulta dos parâmetros energéticos, associados ao analisador de energia selecionado.

Na Figura seguinte [Figura 30], é um local que possibilita ao utilizador a escolha do analisador de energia a visualizar. O primeiro campo denominado de “VMU-C”



permite ao utilizador seleccionar qual a rede a visualizar, por outras palavras, é neste momento que se escolhe qual o concentrador de energia a consultar.

O segundo campo denominado de “Analyser”, contem todos os analisadores de energia que estão contidos na rede, ou seja todos os analisadores ligados ao concentrador de energia previamente seleccionado.

No exemplo abaixo, é possível verificar a escolha da rede bem como todos os analisadores que estão contidos na mesma.

Cada VMU-C possui um número de série único utilizado para possibilitar a distinção de todas as redes. Para uma melhor identificação das redes, bem como dos locais em que estão instaladas, é possibilitado ao utilizador com privilégios de administrador a atribuição de um nome identificativo a cada VMU-C. Na imagem seguinte vemos que foi atribuído o nome de “INOPOL” ao VMU-C.

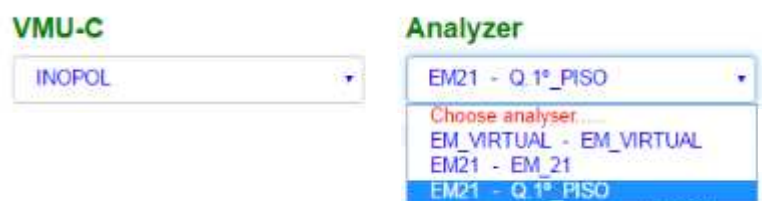


Figura 30. Seleção da rede a visualizar.

Sempre que exista uma alteração na escolha da rede a consultar, o campo (“analyser”) é automaticamente atualizado com os analisadores contidos na sua rede, não havendo a necessidade de haver o carregamento de toda a página sempre que se faça alterações em algum dos campos.

Sempre que ocorra uma alteração no campo VMU-C, é chamada uma função que se encarregará de fazer o pedido à base de dados recebendo de imediato os analisadores de energia associados.

Para o processo de pesquisa de analisadores de energia, foi desenvolvido um ficheiro (getanalyser.php) que receberá o número de série do VMU-C escolhido, fazendo de seguida a consulta à base de dados. O ficheiro criado encontra-se na secção dos Anexos, representado pela letra “E”.

Nas figuras abaixo é possível visualizar um pequeno excerto do código que compõe o campo para a escolha do VMU-C [Figura 31] bem como a função que é chamada, sempre que exista a sua alteração [Figura 32].

```

<select class="form-control" style="color:blue;" onchange="showAnalyser(this.value)">
<?php
    $id_user=$_SESSION["id_user"];
    echo("<option value='' selected style='color:red;'>Choose VMU-C.....</option>");
    $sql="SELECT DISTINCT permissions.sn,relations.vmuc_name FROM permissions,relations WHERE
    permissions.id_user='$id_user' AND permissions.sn=relations.sn";
    $result = mysql_query($sql) or die(mysql_error());

    while($row = mysql_fetch_array($result)) {
        if($_SESSION["vmuc"]==$row[0])
        {
            echo("<option value='".$row[0]."' style='color:blue;' selected>".$row[1]."</option>");
        }else{
            echo("<option value='".$row[0]."' style='color:blue;'>".$row[1]."</option>");
        }
    }
    mysql_close($db_con);
?>
</select>

```

Figura 31. Excerto de código da página "logged.php" para seleção do campo VMU-C

```

<script>
function showAnalyser(str){
    if (str=="") {
        document.getElementById("selectbox").innerHTML="";
        $("#analysers").show();
        return;
    }
    if (window.XMLHttpRequest) {
        // code for IE7+, Firefox, Chrome, Opera, Safari
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    } else { // code for IE6, IE5
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    xmlhttp.onreadystatechange=function() {
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200) {
            document.getElementById("selectbox").innerHTML=xmlhttp.responseText;
        }
    }
    $("#analysers").hide();

    xmlhttp.open("GET","getanalyser.php?vmuc="+str,true);
    xmlhttp.send();
}
</script>

```

Figura 32. Função para o envio do VMU-C selecionado pelo utilizador.

- **Grupo D – Visualização dos parâmetros principais**

A visualização dos parâmetros principais é de extrema utilidade, pois permite ao utilizador ter a perceção quase imediata dos últimos valores lidos pelo analisador de energia previamente selecionado.

Através da figura 33, é possível visualizar que os parâmetros encontram-se separados em quatro secções distintas, estando divididos em energia, tensão, corrente e custos energéticos.



Figura 33. Visualização de parâmetros principais.

Este grupo “D” também possui a particularidade de atualização automática, sempre que exista alteração do campo “analyser” mencionado anteriormente. A atualização é efetuada com recurso a um ficheiro desenvolvido para o efeito, sendo este denominado de “getdata.php”.

Na figura seguinte é possível visualizar a função que enviará e receberá a informação, de acordo com o analisador de energia selecionado, encontrando-se em anexo todo o código fonte que compõem o ficheiro “getdata.php” que receberá o parâmetro.

```
<script>
function showData(str) {
    if (str=="") {
        document.getElementById("txtHint").innerHTML="";
        return;
    }
    if (window.XMLHttpRequest) {
        // code for IE7+, Firefox, Chrome, Opera, Safari
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    } else { // code for IE6, IE5
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    xmlhttp.onreadystatechange=function() {
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200) {
            document.getElementById("txtHint").innerHTML=xmlhttp.responseText;
        }
    }
    xmlhttp.open("GET","getdata.php?address="+str,true);
    xmlhttp.send();
    graph_energy();
    graph_main();
    graph_economy();
}
</script>
```

Figura 34. Função para o envio do analisador de energia selecionado.

- **Grupo E – Visualização de gráficos**

O grupo “E” surge na necessidade do utilizador conseguir efetuar diagramas de carga, registar os parâmetros elétricos num intervalo de tempo bem como ter uma melhor perceção dos dados analisados num determinado intervalo de tempo. Para além de ser possível visualizar gráficos durante um determinado período, o utilizador poderá exportar os dados bem como imprimir diretamente o gráfico visualizado.

Para uma melhor distinção de informação, a visualização de gráficos é constituída por três separadores distintos, que serão atualizados sempre que exista uma alteração do analisador de energia selecionado. O tipo de informação que o utilizador poderá obter através dos três separadores poderá ser do tipo:

- “Energy Data” para a visualização de gráficos com os parâmetros de energia elétrica.
- “Main Meters Data Analysis” para a visualização das variáveis (tensões correntes, fatores de potencia, frequência, etc).
- “Economic Analysis” para uma análise económica dos custos da energia consumida.

Na figura 35 é possível visualizar os três separadores que possibilitam ao utilizador gerir a informação que pretende visualizar.

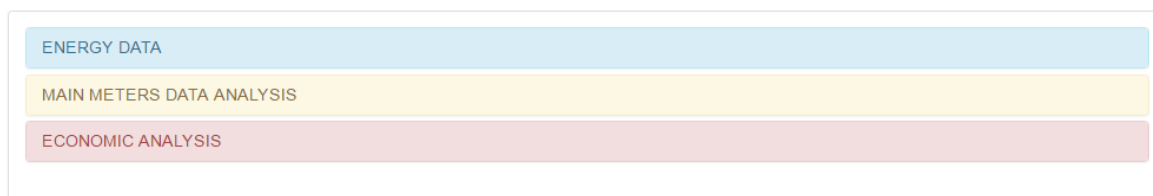


Figura 35. Separadores que separam os três tipos de informação nos gráficos.

#### 7.5.1. Secção “Energy Data”

A secção “Energy Data” foi desenvolvida com o intuito de possibilitar leituras em forma de gráfico relativas à energia ativa e reativa, obtidas pelos analisadores de energia instalados.

A energia elétrica necessária para o funcionamento de equipamentos como por exemplo, os motores é formada por duas componentes: a componente ativa (energia ativa) e componente reativa (energia reativa).

A energia ativa medida em kWh é a energia que executa trabalho, ou seja, no caso dos motores é a energia responsável pelo movimento de rotação.

A energia reativa medida em kVarh é a componente da energia elétrica que não realiza trabalho, mas é consumida pelos equipamentos com a finalidade de formar os campos eletromagnéticos necessários para o seu funcionamento.

Para uma melhor interpretação de dados, é possibilitado ao utilizador a criação de três tipos de gráficos distintos, sendo estes em forma de linha, área ou barras, podendo o utilizador efetuar leituras diárias ou num determinado intervalo de tempo.

Na figura 36, é possível visualizar o diagrama de carga relativo à potência ativa ao longo do dia 10 de Dezembro de 2015, sendo possível verificar que o pico de energia ativa consumida ocorre pelas 10:20 horas.

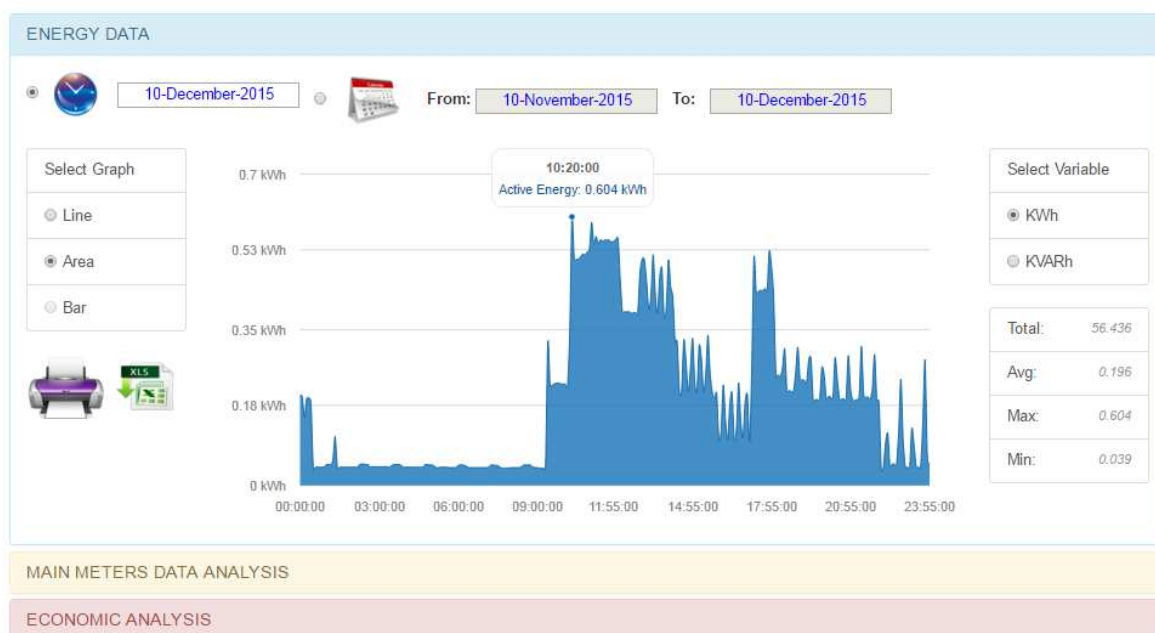


Figura 36. Diagrama de carga da energia ativa no dia 10 de Dezembro.

Na imagem seguinte [Figura 37], é possível visualizar o Diagrama de carga da energia ativa para o período 10/9 a 10/12.

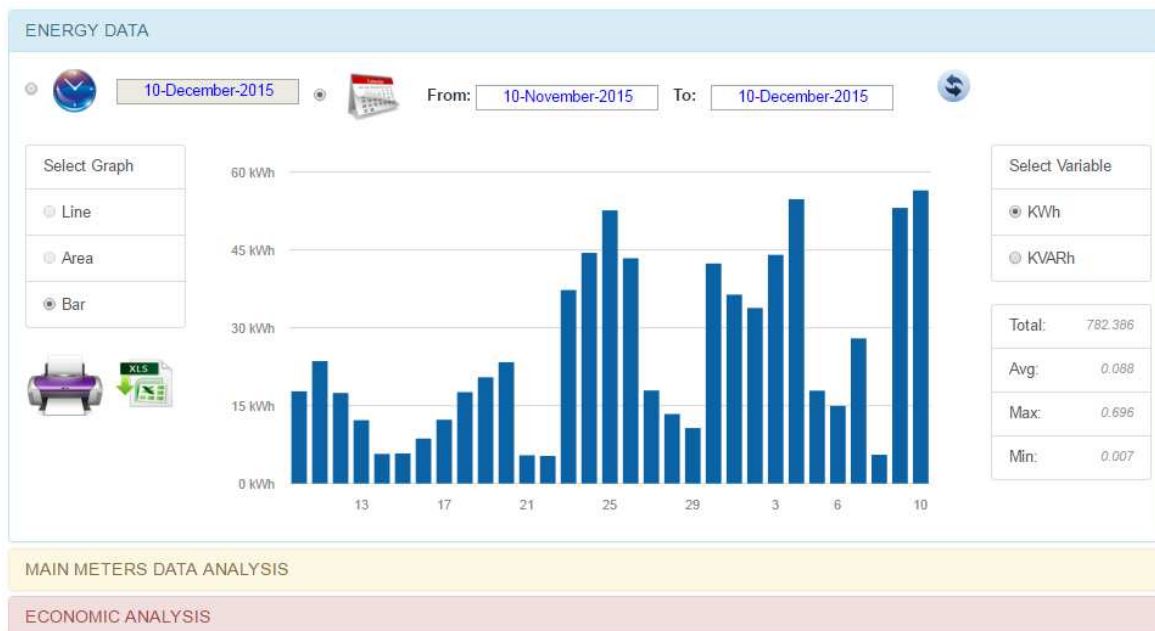


Figura 37. Diagrama de carga da energia ativa para o período 10/9 a 10/12.

Em Anexo na secção “G”, é possível visualizar os vários diagramas de carga, estando representados gráficos em energia ativa e reativa para o dia 10 de Dezembro de 2016 bem como para o período entre o dia 10 de Novembro e 10 de Dezembro.

### 7.5.2. Secção “Main Meters Data Analysis”

A secção “Main Meters Data Analysis” foi desenvolvida com o intuito de possibilitar as leituras em forma de gráfico relativo aos parâmetros das tensões, correntes, fatores de potência, frequências, potências ativa e potências reativa, obtidas pelos analisadores de energia instalados.

Na Figura seguinte [Figura 38], é possível visualizar as correntes em cada fase ao longo do dia 10 de Dezembro.

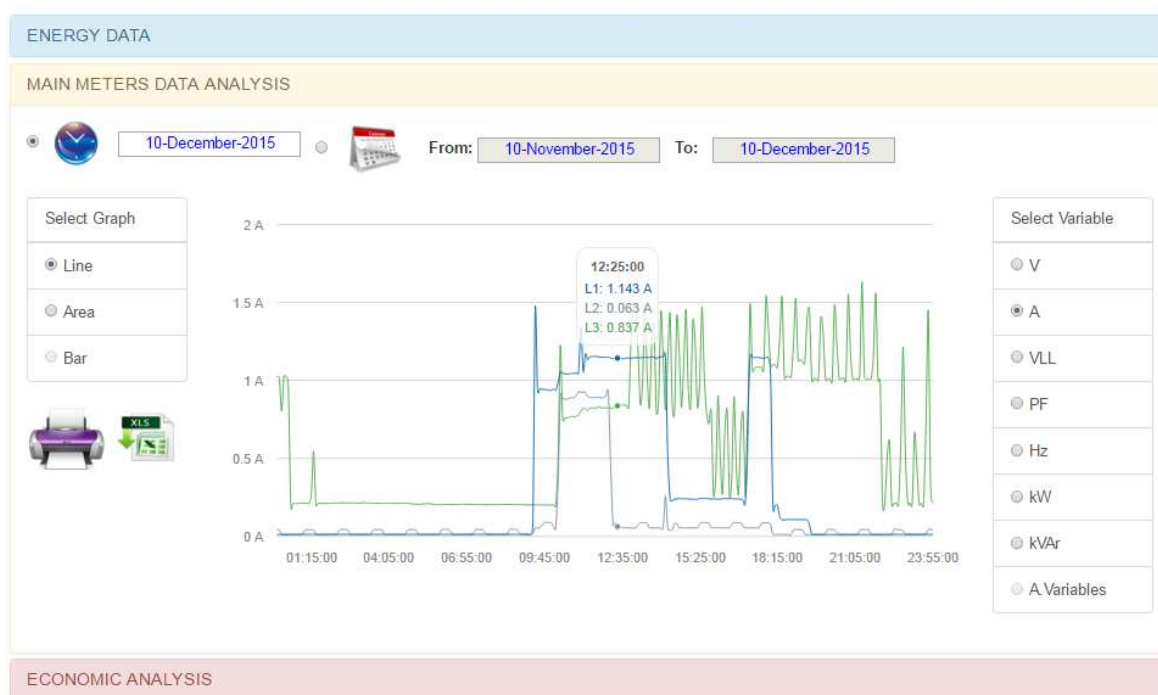


Figura 38. Leitura do parâmetro da corrente (A) no dia 10 de Dezembro.

Em Anexo mais precisamente na secção “H”, encontram-se representados para cada parâmetro lido, todos os gráficos relativos ao dia 10 de Dezembro.

### 7.5.3. Secção “Economic Analysis”

Esta secção é dedicada à análise económica da instalação, permitindo visualizar os custos da energia consumida para um determinado período seleccionado.

Quando o utilizador acede a este separador, surge um gráfico que mostra para o dia seleccionado (com uma resolução horária), o custo total da quantidade de energia consumida, tendo em conta duas tarifas (T1 e T2).

A resolução do gráfico (eixo das abcissas) varia consoante o período de dados seleccionado, podendo a resolução ser horária, diária, mensal e anual.



Em Anexo mais precisamente na secção “T”, encontram-se representados vários gráficos que demonstram as funcionalidades deste separador “Economic Analysis”.

Na Figura seguinte [Figura 39], é possível visualizar os custos da energia ativa consumida ao longo do dia 10 de Dezembro, verificando-se que a hora de maior consumo ocorreu durante as 11 horas.

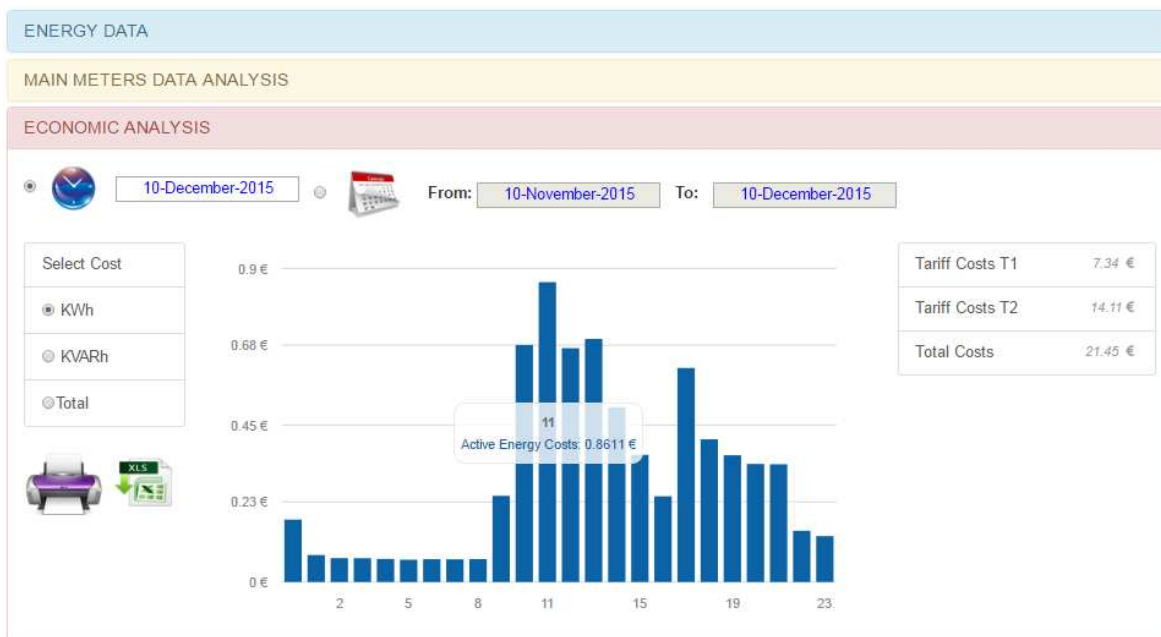


Figura 39. Análise Económica da energia ativa (KWh) no dia 10 de Dezembro.

#### 7.5.4. Calendário

Os calendários são elementos fundamentais e largamente utilizados em formulários para a entrada de dados por parte do utilizador.

Para colmatar essa necessidade, foram desenvolvidos *plugins* utilizando *Javascript* e *CSS* para criar um calendário, geralmente a partir de um *input* do tipo texto. A composição principal deste tipo de calendário surge através da biblioteca “jQuery” que fornece uma série de componentes como calendários, abas, botões e caixas de diálogo.

No desenvolvimento da aplicação foi utilizado um componente denominado de “Datepicker”, tendo sido facilmente integrado à página através das referências “jQuery”.

```
<!-- calendario-->
<link rel="stylesheet" href="//code.jquery.com/ui/1.11.4/themes/smoothness/jquery-ui.css">
<script src="//code.jquery.com/ui/1.11.4/jquery-ui.js"></script>
<link rel="stylesheet" href="/resources/demos/style.css">
```

Figura 40. Referências “jQuery” para o calendário.

Para inserir uma nova data o utilizador terá de clicar sobre uma data, o *input* receberá de seguida o valor selecionado.

Uma vez chamada a função “datepicker”, o *input* (caixa de texto) não pode receber caracteres inválidos para datas como por exemplo letras.

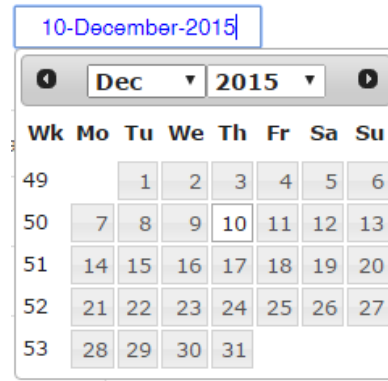


Figura 41. Aspeto gráfico do calendário.

Para cada *input* foi desenvolvida uma função específica, estando na Figura 42 representada a função que origina o calendário da secção “Energy Data”, para visualizações diárias.

```
<script>
$(function() {
  $("#datepicker_energy_1").datepicker({
    dateFormat: "dd-MM-yy",
    showWeek: true,
    firstDay: 1,
    changeMonth: true,
    changeYear: true,
    maxDate: 'today',
    beforeShow: function(){
      $(".ui-datepicker").css('font-size', 14) },
    onSelect: function(dateText, inst) {
      var date = $.datepicker.parseDate(inst.settings.dateFormat || $.datepicker._defaults.dateFormat, dateText, inst.settings);
      var dateText1 = $.datepicker.formatDate("yy-mm-dd", date, inst.settings);
      //$("#datepicker2").datepicker("setDate", new Date(dateText1));
      graph_energy(dateText1,null,null);
    }
  });
  $("#datepicker_energy_1").datepicker("setDate", new Date());
});
</script>
```

Figura 42. Função "datepicker\_energy\_1" para inserção de datas.



### 7.5.5. Desenvolvimento e processamento de gráficos

Para a visualização de gráficos, foi utilizada uma biblioteca em *JavaScript* denominada de *Morris.js*. Esta biblioteca é construída em cima do *jQuery*, exibindo os dados através de uma linha gráfica interativa.

Para incluir os dados nos gráficos a partir de uma base de dados, e automatizar a atualização dos gráficos, houve a necessidade de combinar o código da biblioteca com código PHP.

Sempre que o utilizador proceda à alteração num determinado gráfico, como por exemplo na escolha de uma nova data ou mudança do tipo de gráfico (áreas, barras, linhas) ou mesmo o parâmetro a ser consultado, o gráfico é atualizado de imediato.

Para a visualização de gráficos, a aplicação desenvolvida assenta em três secções distintas, sendo estas “Energy Data”, “Main Meters Data Analysis” e “Economic Analysis”, onde ambas as secções assentam no mesmo método de construção, mudando apenas alguns parâmetros e o ficheiro associado a cada uma delas que têm como objetivo receber os parâmetros e proceder às consultas na base de dados.

No presente relatório, e tendo em conta a enorme dimensão do código desenvolvido, apenas será retratada a construção dos gráficos da secção “Energy Data”.

O início da construção dos gráficos referenciados na secção anterior surge através de um “script”, este efetuará o encadeamento de determinados procedimentos, estando representado pela Figura 43.

```
<script>
function graph_energy(date1,from,to){
  var json = (function () {
    var json = null;
    $.ajax({
      async: false,
      global: false,
      cache: false,
      url: "getmorris_energy.php",
      type: "POST",
      data: ({date:date1,from:from,to:to}),
      dataType: "json",
    });
  })
  ();
  pass_variables_energy();
}
</script>
```

Figura 43. Função "graph\_energy".

O ficheiro denominado de “getmorris\_energy.php”, surge na necessidade de receber os parâmetros e proceder à consulta na base de dados, retornando de imediato um *array* de dados com a consulta efetuada.

A existência da função “pass\_variables\_energy()” tem objetivo de elaborar o gráfico selecionado pelo utilizador, podendo ser em forma de linhas, áreas ou barras assim como o parâmetro a ser consultado sendo neste caso KWh ou KVARh.

Devido à grande extensão do código do ficheiro “getmorris\_energy.php” bem como da função “pass\_variables\_energy()”, estes encontram-se na secção dos anexos mais precisamente no anexo “J” e no anexo “k” respetivamente.

De salientar que para as outras duas secções os procedimentos mantem-se com a mesma estrutura mas com ficheiros e nome de funções diferentes.

## 7.6. Menu “Users”

O menu utilizadores detém a finalidade de proporcionar a gestão de utilizadores com acesso à plataforma. Através deste menu, é possibilitado ao utilizador com privilégios de administrador de pesquisar, criar, editar ou mesmo eliminar utilizadores, estando todas as funcionalidade divididas em três páginas distintas (“users list”, “users management”, “authorizations”). Apenas os utilizadores com permissões de administrador poderão ter acesso a este menu.

Na imagem seguinte [Figura 44], é demonstrado o painel com a lista de utilizadores registados (“users list”), que serve exclusivamente para a pesquisa e visualização de todos os utilizadores registados, ou seja, com acesso à plataforma.

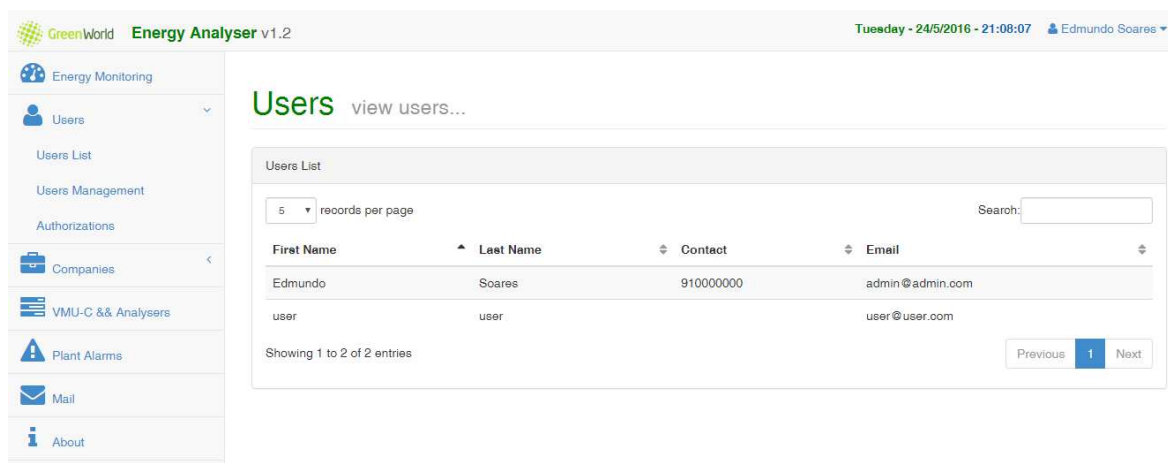


Figura 44. Visualização do painel da lista de utilizadores.

A página gestão de utilizadores denominada de “users management”, que se encontra demonstrada na imagem seguinte [Figura 45], permite toda a gestão de utilizadores.

Encontram-se representadas três zonas (A, B, C) sendo que cada zona possui finalidades distintas, ou seja, através da zona “A” é possível modificar o tipo de acesso à plataforma, na zona “B” é possível editar ou eliminar e por último surge a zona “C” que tem como objetivo a criação de um novo utilizador.

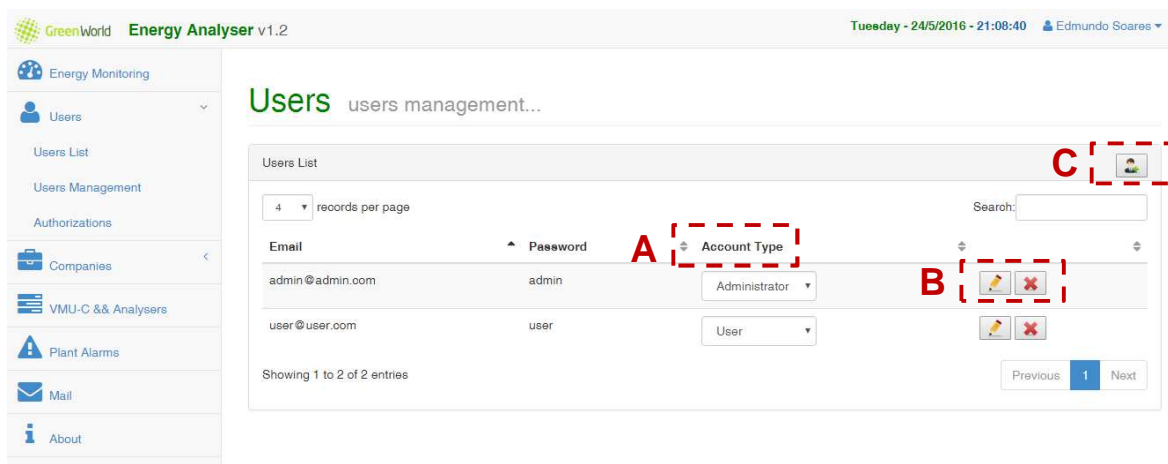


Figura 45. Visualização do painel de gestão de utilizadores.

Após se dar início à criação de um novo utilizador, surge uma janela com um formulário para a inserção dos dados, onde deverá ser facultado o email do utilizador, a password bem como o tipo de conta para a atribuição de privilégios ao utilizador.

Na imagem seguinte [Figura 46], é demonstrado formulário para a inserção dos dados.

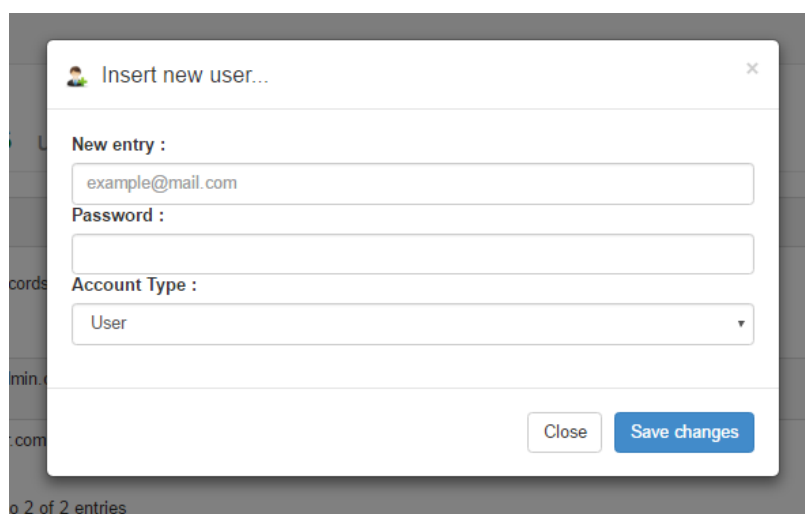


Figura 46. Criação de novo utilizador.

A terceira página denominada de “authorization” surge com a necessidade da atribuir permissões das redes instaladas aos utilizadores, ou seja, cada utilizador só terá acesso à visualização dos dados das redes a que estejam associados.

Esta funcionalidade é de extrema importância uma vez que impede que os utilizadores tenham acesso aos parâmetros energéticos de instalações alheias.

Através da imagem seguinte [Figura 47], é possível verificar duas zonas, nomeadamente a zona “A” e a zona “B”.

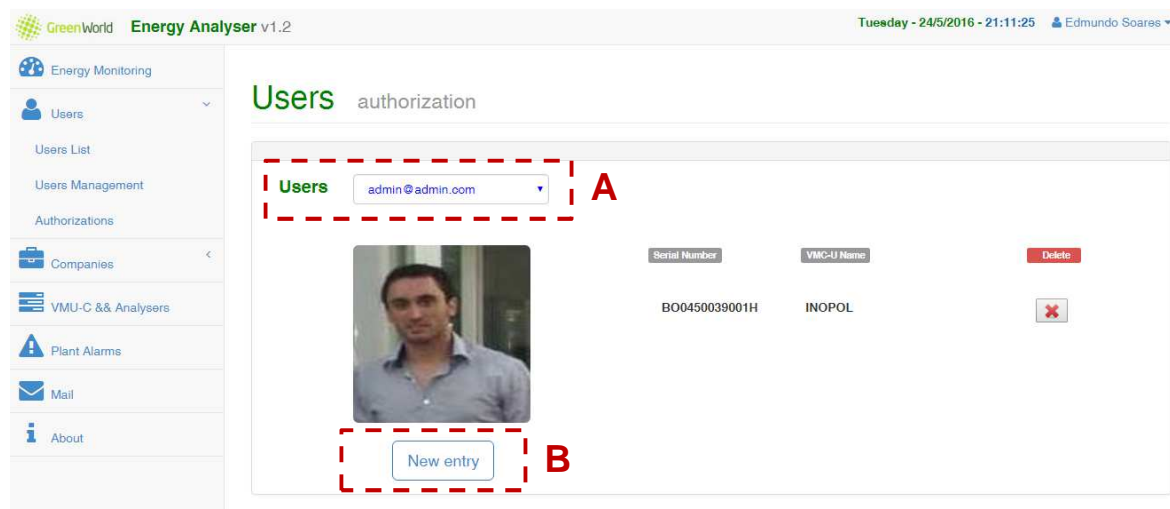


Figura 47. Visualização de redes instaladas atribuídas aos utilizadores.

A zona “A” surge com a necessidade de visualizar as redes associadas a cada utilizador, para tal, sempre que exista uma mudança do campo “users”, as redes associadas a este serão apresentadas, sendo possível eliminar ou criar uma nova relação (zona “B”), entre o utilizador e as redes existentes.

Após se dar início à atribuição de uma rede instalada a um determinado utilizador, surge uma nova janela como é demonstrado na imagem seguinte (Figura 48). Nesta janela, é possível escolher das redes existentes, aquela a que se deverá associar ao utilizador em questão para este assim aceder à plataforma ter acesso à mesma.



Figura 48. Atribuição de nova rede ao utilizador.

## 7.7. Página “User Profile”

O perfil de utilizador é o conjunto de informações que o utilizador poderá fornecer à plataforma de monitorização de energia. Contém informações que serão utilizadas em algumas funcionalidades da plataforma tais como o nome e imagem de perfil sendo ainda possível ao utilizador modificar a palavra-chave.

Os perfis de utilizador garantem que as preferências pessoais são utilizadas de cada vez que inicia sessão na plataforma.

Através da imagem seguinte [Figura 49], é possível visualizar o aspeto geral da página “user profile”.

Figura 49. Aspeto geral da página perfil de utilizador.

## 7.8. Menu “Companies”

O menu “companies” surge com o objetivo de visualizar todas as empresas registadas na plataforma, com o intuito final de fazer a correspondência com as redes instaladas. Através deste menu, é possibilitado ao utilizador com privilégios de administrador de pesquisar, criar, editar ou mesmo eliminar empresas, estando todas as funcionalidade divididas em duas páginas distintas (“Companies List”, “Companies Management”). Apenas os utilizadores com permissões de administrador poderão ter acesso a este menu.

Na imagem seguinte [Figura 50], é demonstrado o painel com a lista de empresas registadas (“Companies List”), que serve exclusivamente para a pesquisa e visualização de todos as empresas registadas na plataforma.

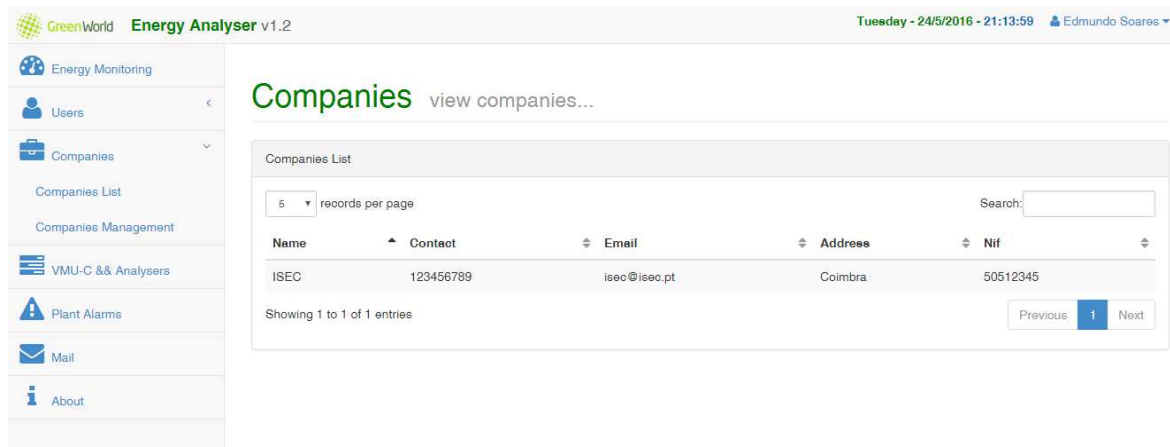


Figura 50. Visualização do painel da lista de empresas

A página gestão de empresas denominada de “companies management”, que se encontra demonstrada na imagem seguinte [Figura 51], permite toda a gestão das empresas registadas na plataforma desenvolvida.

Encontram-se representadas duas zonas (A, B) sendo que cada zona possui finalidades distintas, ou seja, através da zona “A” é possível inserir um novo registo na base de dados sendo que através da zona “B”, é possível editar ou eliminar os dados sobre um determinado registo.

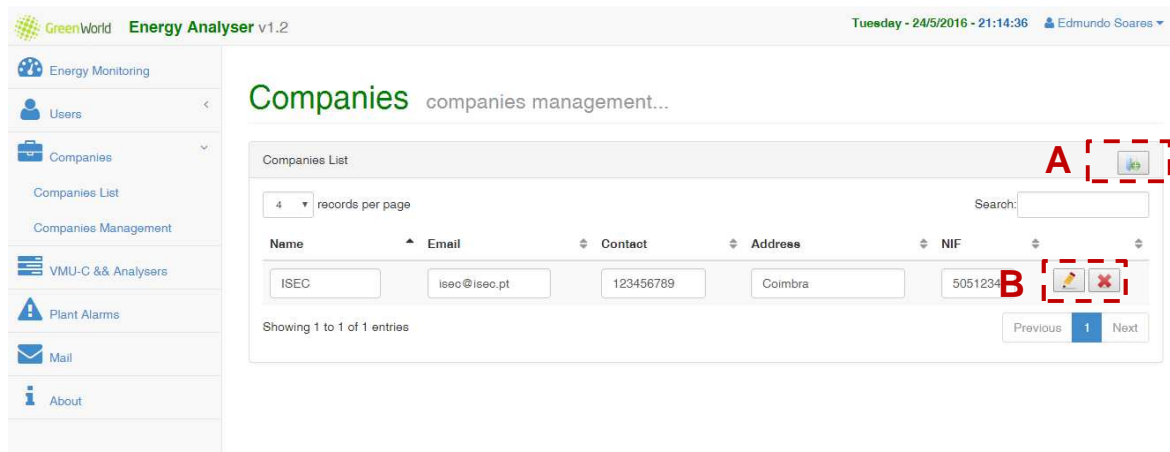


Figura 51. Visualização do painel de gestão de empresas.

Após se dar início à criação de uma nova empresa para se inserir na base de dados, surge uma janela com um formulário para a inserção dos dados, onde deverá ser facultado o nome, email, contato, endereço bem como o numero de identificação fiscal.

Na imagem seguinte [Figura 52], é demonstrado formulário para inserção dos dados relativos à adição de uma nova empresa na base de dados.

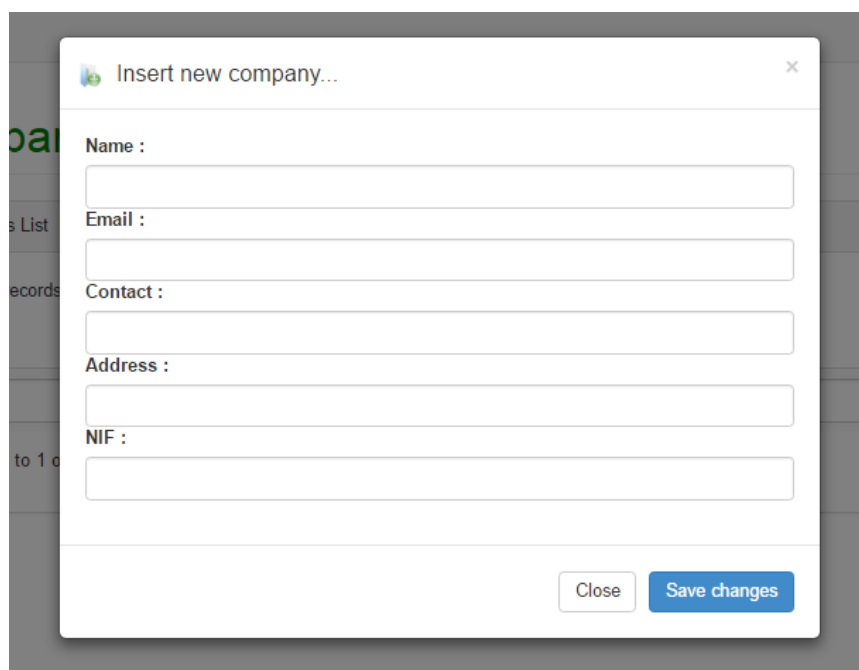
The image shows a modal dialog box with a title bar that says "Insert new company..." and a close button (X). Inside the dialog, there are five text input fields, each preceded by a label: "Name:", "Email:", "Contact:", "Address:", and "NIF:". At the bottom right of the dialog, there are two buttons: a "Close" button and a "Save changes" button.

Figura 52. Formulário para a criação de nova empresa.

### 7.9. Página “VMU-C & Analysers”

A página “VMU-C & Analysers” surge na necessidade de o utilizador ter uma visão geral de todas as redes instaladas, nos mais diversificados locais ou edifícios em que se encontram. Esta página é constituída por dois separadores, sendo o primeiro denominado de “VMU-C/W” e o segundo de “Analysers”.

O primeiro separador (VMU- C/W) surge na necessidade de visualizar e gerir todas as redes existentes. Neste separador cabe ao utilizador com privilégios de administrador atribuir nomes às redes existentes, facilitando assim uma identificação quase de forma imediata dos locais das instalações em que as redes se encontram, uma vez que a identificação das redes pelo utilizador através do número de série se tornaria bastante inadequado.

Todas as redes existentes só ficaram visíveis, após serem previamente associadas a uma empresa que se encontre definida na base de dados. Cada empresa poderá ter um número ilimitado de redes associadas existindo para o efeito o botão “new entry”

Esta opção só se encontra disponível para os utilizadores com privilégios de administrador.

Através da imagem seguinte [Figura 53], é possível visualizar o aspeto geral deste separador da página “VMU-C & Analysers”.

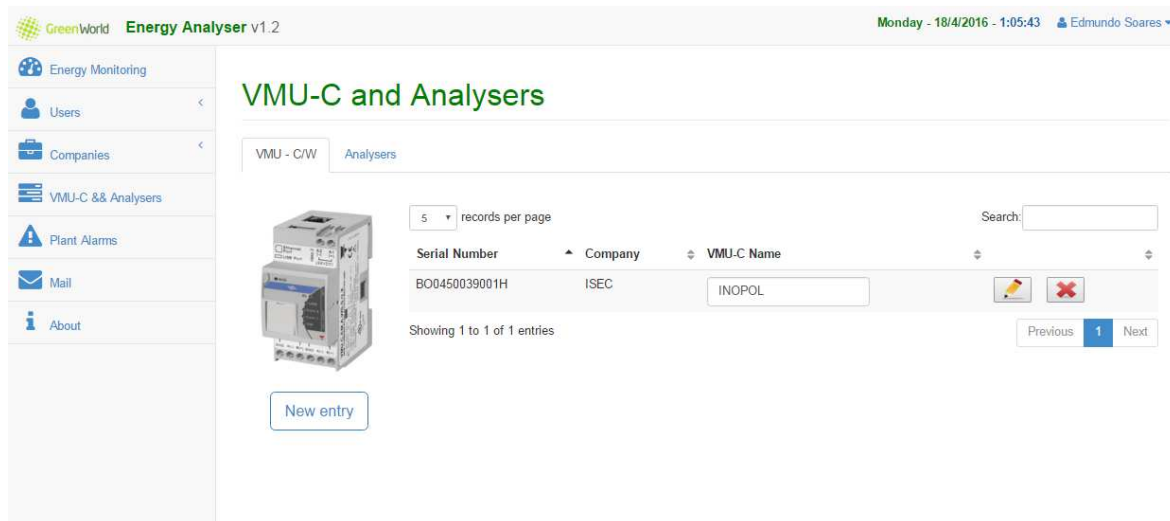


Figura 53. Visão geral das redes instaladas.

Após se dar início à atribuição de uma nova rede a uma determinada empresa através do botão "New entry", surge uma nova janela como é demonstrado na imagem seguinte (Figura 54). Nesta janela é possível escolher a rede, a empresa assim como atribuir um nome à rede previamente selecionada para uma melhor identificação aquando das consultas.

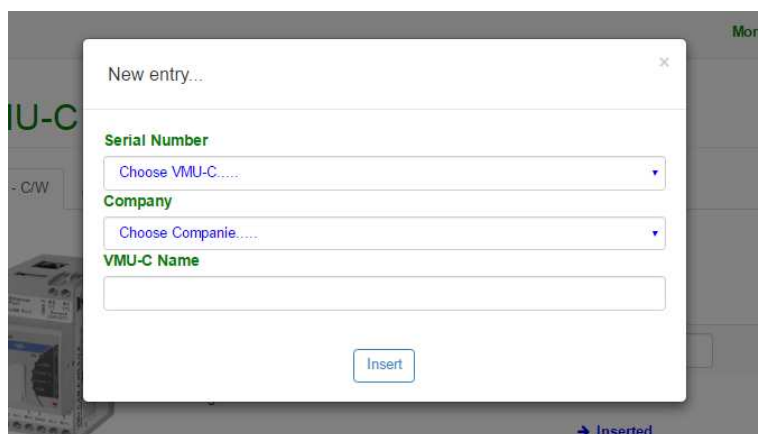


Figura 54. Atribuição de nova rede a uma empresa.


Para a visualização de todas as redes instaladas bem como os analisadores de energia que compõem cada rede, surge o separador "Analysers" que foi anteriormente referido.

Este separador permite identificar todos os analisadores de energia em cada rede bem como facultar informações importantes, como por exemplo os endereços de cada analisador de energia a que estão associados em cada rede.

Através da imagem seguinte [Figura 55], é possível visualizar o aspeto geral deste separador da página "VMU-C & Analysers".



## VMU-C and Analysers



Vm-c/w	Address	Description	Model
BO0450039001H	0	EM_VIRTUAL	EM_VIRTUAL
BO0450039001H	101	EM_21	EM21
BO0450039001H	101	Q. 1º_PISO	EM21

Figura 55. Visão geral de redes e analisadores de energia.

### 7.10. Página “Mail”

A página “mail” surge com o objetivo de permitir ao utilizador com acesso à plataforma, enviar emails diretamente para a GreenWorld.

Sempre que o utilizador necessite de algum tipo de esclarecimento ou detete algum tipo anomalia nos parâmetros energéticos, este poderá dar o seu conhecimento de imediato, possibilitando à GreenWorld saber o utilizador em causa bem como as redes que se encontram associadas ao mesmo.

Através da imagem seguinte [Figura 56], é possível visualizar o aspeto geral da página para o envio de correio eletrónico.

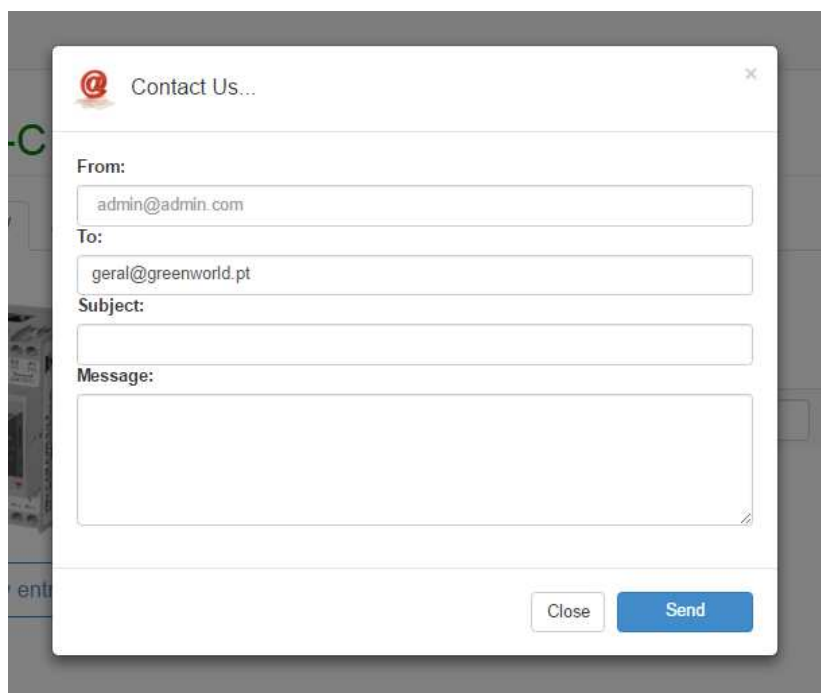


Figura 56. Página para o envio de correio eletrónico.

### 7.11. Página “About”

A página “about” possui a finalidade de transmitir ao utilizador, informações de relevo sobre a instituição GreenWorld, sendo esta uma empresa que direciona toda a sua atividade profissional para os segmentos tecnológicos de Energia e Telecomunicações, tendo como objetivo principal, a criação de uma forte relação de parceria com os seus clientes.

Através da imagem seguinte [Figura 57], é possível visualizar o aspeto geral da página com as informações relativas à empresa GreenWorld.

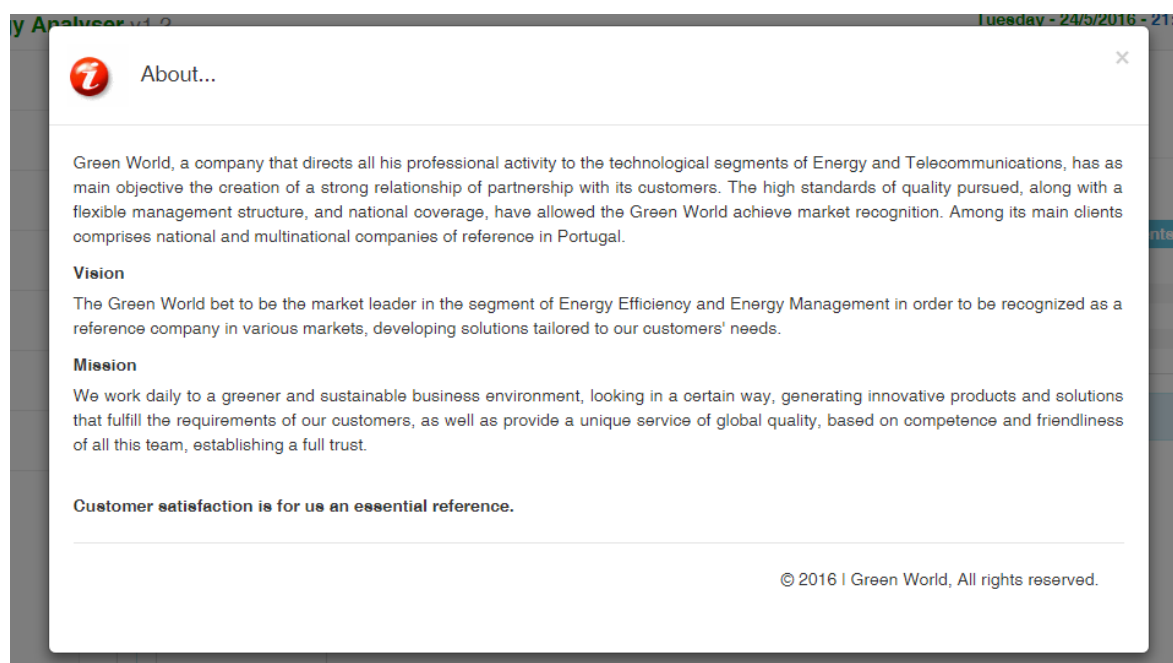


Figura 57. Visualização da página "about".

## 8. CONCLUSÕES

### 8.1. Síntese do trabalho desenvolvido

A solução desenvolvida foi ao encontro dos objetivos iniciais propostos, permitindo a monitorização de energia em qualquer tipo de edifício ou grandes complexos, sendo adaptável a qualquer dimensão da rede a ser instalada.

O teste experimental para além de comprovar a operacionalidade de todos os recursos e funcionalidade de todo o trabalho desenvolvido, possibilitou identificar melhorias e otimizar o sistema tornando assim mais robusto.

O trabalho desenvolvido permitiu-me não só encontrar as soluções que creio serem as mais adequadas para a concretização do projeto, como me enriqueceu muito do ponto de vista científico e consequentemente o ponto de vista profissional.

A elaboração deste projeto serviu para adquirir competências na área da monitorização dos consumos energéticos utilizando analisadores de energia elétrica bem como assimilar conhecimentos no que toca às diferentes linguagem de programação utilizadas na construção de todo o projeto.

Em resumo, o autor está satisfeito com o conhecimento adquirido ao longo deste projeto, o qual contribuiu para a sua consciencialização de que a energia elétrica tem de ser usada de forma criteriosa e que é desta forma que se deve olhar para o futuro.

### 8.2. Perspetivas de trabalhos futuros

O teste experimental permitiu comprovar a funcionalidade da solução desenvolvida, mas também serviu para identificar os aspetos que poderão ser melhorados futuramente.

Contudo, desde já se identificam alguns aspetos a melhorar, ou seja, evoluir a aplicação de monitorização de energia em alguns aspetos importantes para o utilizador.

Um dos aspetos a implementar futuramente, é a possibilidade de atribuir alarmes às redes instaladas, por exemplo, sempre que exista um parâmetro que tenha um valor fora do normal seja enviado um alerta para o utilizador, podendo este ser enviado por correio eletrónico bem como estando visível na plataforma de monitorização de energia. Esta implementação possui um caráter importante uma vez que poderá identificar anomalias nas redes instaladas evitando assim problemas nas instalações.

Uma outra melhoria que poderá ser implementada assenta na possibilidade da atribuição diferentes tarifas de energia a cada rede instalada. As redes instaladas poderão estar inseridas a nível global, existindo uma panóplia enorme de tarifas que variam de país para país, originando assim uma maior valia para a aplicação bem como para o utilizador, uma vez que

permite de uma forma mais precisa os cálculos dos custos da energia consumida nas instalações.

Um outro foco que poderá tornar a aplicação mais robusta, assenta na capacidade da leitura de outros tipos de grandezas, tais como, contadores de água e gás, sendo que para isso, seriam necessárias poucas alterações à programação.

Seria ainda interessante no futuro, aprofundar as metodologias de análise aos dados obtidos com esta aplicação, com o objetivo de permitir ao utilizador um maior controlo sobre a sua instalação. Esse controlo possibilitaria ao utilizador, efetuar alterações que levem à poupança de energia

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MONITORIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA, “Sistema de Gestão Energética – Guia Prático”, <http://sustentabilidade.aida.pt/wp-content/uploads/2015/06/GuiaSGE2.pdf> (consultado em Dezembro de 2015)

DATA SHEET, “VMU-C EM main module”,  
[https://www.gavazzionline.com/pdf/VMUC\\_EM\\_DS.pdf](https://www.gavazzionline.com/pdf/VMUC_EM_DS.pdf) (consultado em Setembro de 2015)

DATA SHEET, “Energy Management Energy Meter Type EM21 72D”,  
<https://www.gavazzionline.com/pdf/EM2172DDS.pdf> (consultado em Setembro de 2015)

VMU-C EM, “Web Server system for energy monitoring”,  
[http://www.enika.cz/download/Automatizac/Elekromery\\_2013/monitoring/vmuc\\_em\\_im\\_eng\\_A4.pdf](http://www.enika.cz/download/Automatizac/Elekromery_2013/monitoring/vmuc_em_im_eng_A4.pdf) (consultado em Setembro de 2015)

VMU-C EM, “The heart of the system”,  
[http://www.gavazziautomation.com/docs/download\\_area/EOS\\_BRO\\_0215.pdf](http://www.gavazziautomation.com/docs/download_area/EOS_BRO_0215.pdf) (consultado em Setembro de 2015)

FRAMEWORKS DE FRONT-END - CSS, “Rápido & fácil desenvolvimento Web”,  
<http://codigosimples.net/frontend-frameworks> (consultado em Outubro de 2015)

FRAMEWORKS DE FRONT-END - CSS, “Responsive CSS Framework Comparison”,  
<http://responsive.vermilion.com/compare.php> (consultado em Outubro de 2015)

FRAMEWORKS DE GRÁFICOS, “Javascript Graphs and Charts libraries”,  
<http://socialcompare.com/en/comparison/javascript-graphs-and-charts-libraries> (consultado em Outubro de 2015)

FRAMEWORKS DE GRÁFICOS, “11 Best jQuery Charting Libraries”,  
<https://www.sitepoint.com/11-best-jquery-charting-libraries> (consultado em Outubro de 2015)

FRAMEWORKS DE GRÁFICOS, “20 best JavaScript charting libraries”,  
<http://thenextweb.com/dd/2015/06/12/20-best-javascript-chart-libraries> (consultado em Outubro de 2015)

MYSQL, “The world's most popular open source database”, <http://www.mysql.com/> (consultado em Dezembro de 2015)

SGBD, “Sistemas de Gestão de Bases de Dados”,  
<https://www.iseg.ulisboa.pt/aquila/getFile.do?fileId=8207&method=getFile> (consultado em Dezembro de 2015)

- APLICAÇÃO JAVA, “Aula 01 - Objetos e Classes Java”,  
<http://www.java.marcric.com/cursos/java-01/pages/005-aula01classejava.html>  
(consultado em Outubro de 2015)
- APLICAÇÃO JAVA, “Aula: 16 - Criando o método main e o arquivo JAR”,  
<http://www.java.marcric.com/cursos/java-01/pages/019-aula16mainjar.html>  
(consultado em Outubro de 2015)
- RASPBERRY PI, “Quick Start Guide”, <https://www.raspberrypi.org/help/quick-start-guide>  
(consultado em Outubro de 2015)
- VIGIE 2.0, “Monitorize em tempo real”, <https://vigiesolutions.com/index.php/pt/>  
(consultado em Setembro de 2015)
- LEM, “Feature Products”, <http://www.lem.com/> (consultado em Setembro de 2015)
- OPTIMAL MONITORING, “Features of the Optimal Energy Monitoring Software System”, <http://www.optimalmonitoring.com> (consultado em Setembro de 2015)

# ANEXOS

**Anexo A – Data Sheet VMU-C**

**Anexo B – Data Sheet EM 21**

**Anexo C – Ficheiro “.csv”**

**Anexo D1 – Ficheiro “MainClass.class”**

**Anexo D2 – Ficheiro “ServiceJob.class”**

**Anexo E – Ficheiro “getanalyser.php”**

**Anexo F – Ficheiro “getdata.php”**

**Anexo G – Gráficos da secção “Energy Data”**

**Anexo H – Gráficos da secção “Main Meters Data”**

**Anexo I – Gráficos da secção “Economy”**

**Anexo J – Ficheiro “getmorris\_economy.php”**

**Anexo K – Função “pass\_variables\_energy()”**

